

ANSÄTZE UND MÖGLICHKEITEN ZUR APPLIKATION INFORMATIONSTHEORETISCHER KONZEPTE UND METHODEN AUF PROBLEME DER INTELLIGENZFORSCHUNG

INAUGURAL-DISSERTATION

in der Philosophischen Fakultät I
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von

Johann G. Reiser

aus

Ambach/Starnberger See

1980 #378

ANSÄTZE UND MÖGLICHKEITEN ZUR APPLIKATION INFORMATION-
THEORETISCHER KONZEPTE UND METHODEN AUF PROBLEME DER
INTELLIGENZFORSCHUNG

INAUGURAL-DISSERTATION

in der Philosophischen Fakultät I
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von

Johann G. Reiser

aus

Ambach/Starnberger See



Tag der mündlichen Prüfung: 22. September 1980

Dekan: Universitätsprofessor Dr. H. Winterstein
Referent: Universitätsprofessor Dr. W. Toman
Korreferent: Universitätsprofessor Dr. F. Lösel

für Elisabeth

Mein herzlicher Dank gilt Herrn Professor Dr. W. Toman
für Ermutigung und wohlwollende Unterstützung, die ich
während der Entstehungszeit der vorliegenden Arbeit
von ihm erfahren durfte.

Inhalt

=====

	Seite
Einleitung	
Das Individuum als informationsverarbeitendes System	1
Grundbedingungen des Informationsaustausches	6
Diskussion des Informationsbegriffes	10
Methoden zur informationstheoretischen Bestimmung von Variablen und Variablen-Systemen	14
Übersicht in Stichpunkten	14
Ausführliche Darstellung	16
Intelligenz	26
Informationstheoretische Ansätze in der Intelligenzforschung	
1. Theoretische Ansätze	37
2. Empirische Ansätze	43
3. Resumée	50
Informationstheorie und Intelligenzforschung - gegenwärtige Situation	52
Ziel der Untersuchung	54
Entwicklung des experimentellen Konzeptes	
Hinführende Diskussion	55
a) Übertragung von informationstheoretischen Konzepten und Methoden auf eine möglichst repräsentative Auswahl von Intelligenz-items	59
b) Übertragung konventioneller intelligenz-theoretischer Konzeption und Methodik auf eine möglichst repräsentative Auswahl von Informationsverarbeitungsaufgaben	64
c) Integration beider Untersuchungsansätze	68

	Seite
Modellcharakter des Untersuchungsansatzes- Eingrenzung des Zielbereichs der Hypothesen	71
Erstellung der Hypothesen	75
Hypothese I	77
Hypothese II	80
Hypothese III	82
Hypothese IV	84
Experimentelles Vorgehen	
Auswahl der Versuchspersonen	86
Erstellung der Itemstichprobe- Grundlegung des praktischen Vorgehens	90
a) Repräsentation des traditionellen Spektrums von Intelligenzitems	91
b) Repräsentation der Hauptkategorien von Informationsverarbeitungsaufgaben	98
c) Informationstheoretische Quantifizier- barkeit der Aufgaben	107
Erstellung der Itemstichprobe- praktisches Vorgehen	112
Repräsentation des Intelligenzfaktors "Anschauungsgebundenes Denken"	115
Repräsentation des Intelligenzfaktors "Einfallsreichtum und Produktivität"	143
Repräsentation des Intelligenzfaktors "Konzentrationskraft und Tempomotivation"	157
Repräsentation des Intelligenzfaktors "Verarbeitungskapazität, formallogisches Denken und Urteilsfähigkeit"	175
Repräsentation des Intelligenzfaktors "Merkfähigkeit"	182
Diskussion der Itemstichprobe - Ad Hypothese I	194
Diskussion der Itemstichprobe - Ad Hypothese II	196
Applikation der Itemstichprobe	198

Auswertung

Statistische Ausgangsbasis	199
Auswertung spezifischer Variationen	200
Variation des Elemententyps - Auswertung	202
Variation der Elementenanordnung - Auswertung	215
Variation der Dimensionalität - Auswertung	220
Variation der Wahrscheinlichkeits- bzw. Häufigkeitsverteilung von Stimuluselementen - Auswertung	224
Variation des Umfangs des Elementenrepertoires bei Buchstaben-Items - Auswertung	227
Variation von Items bezüglich des Kriteriums, ob zwischen benachbarten Symbolen als Stimuluselementen ein Zwischenraum existiert oder nicht - Auswertung	230
Systematische Variation des Zahlen-Symbol-Tests - Auswertung	234
Relevanz der 7 zusätzlichen Variationen - zusammenfassender Überblick und Wertung	241
Reduktion der Variablenzahl	243
Hauptkomponentenanalyse von 46 Variablen - Auszug der Tabelle der Faktorenladungen	250

Repräsentation der konventionellen Intelligenzleistungstruktur und der Informationsverarbeitungsleistungstruktur an einer kongruenten Itembatterie

Ad Hypothese III

Repräsentation der konventionellen Intelligenzleistungstruktur	
Ad Teilhypothese III a	258
Faktor 1: Konzentrationskraft und Tempo-Motivation, insbesondere bei einfach strukturierten Aufgaben	260
Faktor 2: Einfallsreichtum und Produktivität, insbesondere bei einfach strukturierten Aufgaben	263
Faktor 3: Anschauungsgebundenes Denken	266
Faktor 4: Kurzfristige Merkfähigkeit	269
Faktor 5: Verarbeitungskapazität, formal-logisches Denken und Urteilsfähigkeit	271

	Seite
Faktor 6: Versuchspersonen-Faktor	274
Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse Ad Teilhypothese III a	277
Repräsentation der Grundstruktur von Informationsverarbeitungsleistungen Ad Teilhypothese III b	280
Faktor 1: Informations-Reduktion, bei einfachen Aufgaben	282
Faktor 2: Informations-Produktion	288
Faktor 3: Informations-Konservation	294
Faktor 4: Kurzfristige Informations-Speicherung	298
Faktor 5: Informations-Reduktion durch Abstraktion	302
Faktor 6: Versuchspersonen-Faktor	305
Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse Ad Teilhypothese III b	307
Zusammenhang zwischen quantitativen Indizes für Informationsverarbeitung und Indizes für Intelligenzleistung Ad Hypothese IV	
Überprüfung der theoretischen Ausgangsbasis unter Einbeziehung der bisherigen Untersuchungsergebnisse - Ad Hypothese IV	313
Quantitativ-informationstheoretische Charakterisierung der Aufgaben - Ad Hypothese IV	321
Auswertung, Interpretation und Diskussion der Ergebnisse - Ad Hypothese IV	

	Seite
Untersuchungsergebnisse -	
Zusammenfassende Diskussion und Perspektiven	
Spezifische Itemvariationen	373
Ad Hypothese I -	
Zusammenfassende Diskussion und Perspektiven	376
Ad Hypothese II -	
Zusammenfassende Diskussion und Perspektiven	378
Ad Hypothese III	
Zusammenfassende Diskussion und Perspektiven	380
Ad Hypothese IV	
Zusammenfassende Diskussion und Perspektiven	385
Gesamtkonzeption	
Zusammenfassende Diskussion und Perspektiven	388
Gesamtzusammenfassung	391
Anhang	394
(siehe Übersicht S. 395)	
Literaturverzeichnis	455

E I N L E I T U N G

Das Individuum als informationsverarbeitendes System.

"Psychologie" kann in einer allgemeinen, wohl für die Mehrzahl aller Psychologen akzeptierbaren Definition als die Wissenschaft vom menschlichen (und evtl. tierischen) Verhalten und seinen Bedingungen gefaßt werden. (z.B. v.ALLESCH, 1940; DREVER und FRÖHLICH, 1969)

Unter Verhalten im weiteren Sinne ist Einwirkung eines Organismus, z.B. eines Menschen auf seine Umwelt zu verstehen.

Jedes Individuum verfügt über ein mehr oder weniger großes Repertoire von Verhaltensmöglichkeiten. Die Bedingungen, von denen es abhängt, welche Alternative jeweils realisiert wird, lassen sich in zwei übergeordnete Kategorien aufteilen:

- a) Bedingungen im Individuum, die mit Begriffen wie Intelligenz, Persönlichkeit, Motivation und dgl. umschrieben werden und nicht direkt beobachtbar sind;
- b) Bedingungen außerhalb des Individuums, seine Umwelt, die -wenigstens prinzipiell- direkt beobachtbar sind.

Für ein Individuum sind nicht alle Umweltgegebenheiten relevant, sondern nur jeweils ein spezifischer Ausschnitt derselben. Ein Umweltausschnitt erlangt Relevanz, indem er in Form von Reizen auf das Individuum einwirkt. Das Individuum kann bis zu einem gewissen Grade durch sein Verhalten (z.B. Öffnen der Augen;

Bewegungen, aktives Einwirken auf ein Objekt usw.) selber bestimmen, welcher Teil seiner Umwelt für es relevant wird.

Die Effektivität einer Verhaltensalternative -gleich, welches Effektivitätskriterium festgelegt wird- hängt davon ab, daß das betreffende Verhalten den für das Individuum relevanten, realen Umweltgegebenheiten hinreichend Rechnung trägt. Jedes Individuum muß deshalb Information aus den für das Individuum relevanten Umweltsektoren aufnehmen und entsprechend seiner spezifischen Eigenart verarbeiten.

Reicht die verfügbare Information nicht aus, so muß es sich durch geeignete Einwirkung auf den betreffenden Teil seiner Umgebung, also durch geeignetes Verhalten, zusätzliche Information verschaffen.

Über die Effektivität des jeweils realisierten Verhaltens erhält das Individuum Rückinformation durch entsprechende Einwirkungen aus seiner Umwelt.

Diskrete Elemente eines Umweltausschnittes, der für ein Individuum Relevanz besitzt, können mit verschiedenen Häufigkeiten auftreten und somit verschiedene Auftrittswahrscheinlichkeiten haben.

Unterschiedlichen Verhaltensalternativen können ebenfalls verschiedene Auftrittswahrscheinlichkeiten zukommen.

Demnach tragen Stimuli sowie Verhaltensalternativen Information im informationstheoretischen Sinne

Gelingt es,

- a) mit Hilfe sinnvoller experimenteller Beschränkungen denjenigen Umweltausschnitt, der für ein bestimmtes Individuum (bzw. eine bestimmte Gruppe von Individuen) zu einem definierten Zeitpunkt (bzw. Zeitintervall) relevant ist,

eindeutig zu umschreiben,

- b) mittels geeigneter Strukturierung der betreffenden Gesamtsituation eindeutige Beziehungen zwischen dem relevanten Umweltausschnitt und der Realisation bestimmter Verhaltensalternativen zu gewährleisten, sowie
- c) diese realisierten Verhaltensalternativen gleichfalls eindeutig zu umschreiben,

so werden sinnvolle Schlüsse auf spezifische Zustände, Eigenschaften und Prozesse des Individuums als eines Systems, das Information aus seiner Umwelt aufnimmt, diese verarbeitet und wiederum Information in Form von Verhalten abgibt, möglich.

Die methodischen Voraussetzungen, um im Experiment Reize und Verhalten sowie die Relationen zwischen ihnen unter ein und demselben Aspekt, ihrer "Information", bestimmen zu können, liefert die neuere Informationstheorie.

Ein Beispiel für eine Gesamtsituation, in der aus einem spezifischen Informationsangebot an ein informationsverarbeitendes System und der Informationsabgabe dieses Systems Rückschlüsse auf das System selber gezogen werden, ist gegeben, wenn eine Person eine Intelligenztestaufgabe bearbeitet.

Das bedeutet, auch das sog. intelligente Verhalten läßt sich als Informationsabgabe des Individuums an seine Umwelt definieren.

Analog sind dann Aufgaben und Situationen, bei denen sich intelligentes Verhalten realisieren kann, bzw. deren Merkmale als auf das Individuum einwirkende Information (Informationsangebot) zu beschreiben.

Da dargebotene und abgegebene Information sowie die Relationen zwischen beiden unter gewissen Voraussetzungen mit Hilfe informationstheoretischer Termini bestimmbar sind, sollten Schlüsse auf Eigenschaften und Prozesse im Individuum als Erklärung für intelligentes Verhalten möglich werden.

Für eine Operationalisierung dieses globalen Konzeptes der Informationsverarbeitung, wodurch es einer experimentellen Überprüfung zugänglich wird, empfiehlt sich geradezu das "intelligente Verhalten".

Denn bis heute liegt eine immense Anzahl von Untersuchungen zum Thema Intelligenz vor, deren Resultate eine Interpretation, Einordnung und Wertung etwaiger experimenteller und theoretischer Befunde auf Grund der Informationstheorie erleichtern können.

Darüber hinaus steht die Anzahl der Arbeiten zum Thema Intelligenz sicher auch für das Interesse an diesem Problemkreis und wohl auch für die Bedeutung, welche ihm zugemessen wird.

Informationstheoretische Methoden besitzen den wesentlichen Vorzug, daß sie sowohl auf eine große Anzahl psychologisch relevanter Testbestände (z.B. Testmaterial, spezifische Reaktionsweisen) als auch auf Phänomene, die herkömmlich unter rein naturwissenschaftlichen Aspekten definiert wurden (z.B. elektrische Ströme bestimmter Frequenz), anwendbar sind.

(siehe u.a. KLIX, 1971; MEYER-EPPLER, 1959;)

Zahlreiche experimentelle Untersuchungen haben unter Beweis gestellt, welche wertvollen Beiträge die Informationstheorie zur Klärung psychologischer Fragestellungen zu leisten vermag (siehe z.B. ATTNEAVE, 1965; GARNER, 1962; LANGER, 1962; SANDERS, 1971;).

Der Schwerpunkt experimentell-psychologischer Forschung unter informationstheoretischen Aspekten liegt bisher in den Bereichen der Wahrnehmungs- und Lernpsychologie, sowie der Psycholinguistik.

In der Denkpsychologie sowie in der Intelligenzfor-
schung schlugen sich Kybernetik und Informations-
theorie vor allem in theoretischen Konzepten nieder
(z.B. v.CUBE, 1968; KLIX, 1971; FRANK, 1960;), während
umfassendere experimentelle Ansätze gegenwärtig nur
vereinzelt vorliegen (z.B. FRANK, 1969; OSWALD, 1971;
ROTH, 1964;).

So stellt sich einerseits die Aufgabe, die Annahmen
informationstheoretisch orientierter psychologischer
Konzepte experimentell zu überprüfen.

Andererseits erscheint ein systematischer Versuch,
die Bedeutung informationstheoretischer Methoden
und Erkenntnisse für im Rahmen der Intelligenzfor-
schung relevante Tatbestände abzuklären, angebracht.
Die resultierenden experimentellen Befunde wären so-
dann in kritischer Weise zu den Ergebnissen herkömm-
licher Intelligenzforschung und Testpraxis in Be-
ziehung zu setzen. An entsprechenden psychologischen
Konzeptionen sollte sich ihr Wert abschätzen lassen.
Im günstigen Falle würden sie zu deren Bestätigung,
Modifizierung oder Widerlegung führen.

GRUNDBEDINGUNGEN DES INFORMATIONSAUSTAUSCHES

Informationsaustausch setzt die Existenz zweier Systeme voraus, die die Eigenschaft besitzen, verschiedene Zustände haben oder einnehmen zu können sowie diese äußern zu können (siehe KLIX, 1971;).

Eine bestimmte Menge oder Auswahl von Zuständen, die eines der Systeme abgibt, bildet eine Nachricht.

Ein Information abgebendes System soll Informationsquelle oder Informationssender, ein Information aufnehmendes System Informationsempfänger heißen. Damit eine Nachricht übertragen werden bzw. zum Empfänger gelangen kann, müssen einem physikalischen Trägerprozeß entsprechende Zustandsänderungen aufgeprägt werden. Dieser Umsetzungsvorgang wird als Codierung bezeichnet. Nach welcher Regel oder Methode die Codierung erfolgt, ist relativ unerheblich; wesentlich ist, daß die Regel konstant bleibt, einem bestimmten Zustand stets dasselbe Zeichen zugeordnet wird.

Eine universelle Eigenschaft der physikalischen Trägerprozesse besteht nach KLIX darin, daß sie sich wellenförmig ausbreiten. Die Eigenschaften solcher Trägerprozesse können bezüglich bestimmter Parameter moduliert werden:

Dies sind

1. die Intensität oder die Amplitude der Schwingungen;
2. die Schwingungszahl des Trägerprozesses bzw. die Zustandsänderungen pro Zeit;

3. die Veränderung in der Geschwindigkeit der Ausbreitung bzw. die Phasenverschiebung. Dabei gilt eine gewisse Eigengesetzlichkeit, die beim Schall anders ist als beim Licht oder bei Schwankungen chemischer Konzentrationen;
4. die Veränderungen der Richtung bei der Prozessausbreitung. Auch in sie können Eigenschaften der die Richtungsänderung bewirkenden Ursache eingehen. "

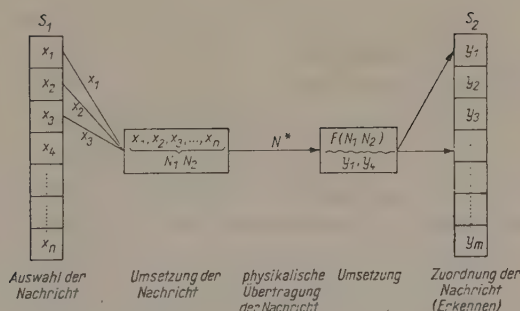
(KLIX, 1971, S.50;)

Der einer Nachricht zugrunde liegende physikalische Trägerprozeß wird Signal genannt.

Die Aufnahme einer codierten Nachricht durch ein Empfangssystem erfordert, daß diese in systemeigene Zustände umgesetzt wird. Zustände des Empfangssystems müssen Signalzuständen und somit auch Zuständen der Informationsquelle zugeordnet werden. Eine Information ist übertragen, wenn bestimmten Zuständen des Senders Zustände des Empfängers (nach einer festen Regel) zugeordnet sind.

Der Vorgang des Informationsaustausches setzt nicht nur die Existenz -mindestens- je eines informationsabgebenden und eines informationsaufnehmenden Systems voraus. Darüber hinaus müssen beide Systeme als Informationsquelle und -sender im Wechsel fungieren können. Das heißt: Ein System (als Sender) gibt Information ab, das andere (als Empfänger) nimmt die Nachricht auf und gibt dann selber (jetzt als Quelle) wiederum Information an das erstere System (jetzt als Empfänger) ab, usw.

Zur Veranschaulichung sei hier eine schematische Darstellung des Vorgangs der Informationsübertragung nach KLIX (1971, S.34) wiedergegeben:



" Strukturelemente und Prozeßstufen der Informationsübertragung zwischen zwei Systemen, einem Informationsgeber (S_1) und einem Informationsempfänger (S_2). $x_1, \dots, x_n$ bezeichnen verschiedene Zustände der informationsgebenden Quelle, die in verschiedene Signalzustände N_1, N_2 usw. umgesetzt und durch einen Trägerprozeß N^* einem informationsaufnehmenden System (S_2) zugeführt werden. Die Signalzustände N_1, N_2 , usw. werden dort bestimmten inneren Zuständen $y_1, \dots, y_n$ zugeordnet. "

Informationsquelle wie auch Informationsempfänger in einem generellen Sinne können sein z.B. die physikalischen Zustände eines Körpers, die Buchstaben einer Sprache, die Zahlensymbole der Mathematik, ein Organismus, der Verhaltensalternativen zu realisieren vermag, Items eines Intelligenztests, usf.

Beispiele für physikalische Trägerprozesse in der Nachrichtenübertragung sind elektromagnetische Wellen, Luftdruckwellen, Stromimpulse u. dgl.

Auch der Mensch erhält alle Informationen über seine Umwelt in codierter Form, d.h. sie erreichen ihn über einen physikalischen Trägerprozeß.

Derartige verschlüsselte Nachrichten sind in der Psychologie mit den Termini "Reiz" oder "Stimulus" belegt. Ihre Bedeutung für das Verhalten des Menschen war und ist Gegenstand einer nahezu unüberschaubaren Vielzahl von empirischen und theoretischen Arbeiten psychologischer Forschung.

Der Terminus Reiz impliziert informationstheoretisch gesehen zwei voneinander verschiedene Aspekte:

Ein Reiz ist a) ein physikalischer Trägerprozeß, dem
 b) Information über die betreffende Informationsquelle aufgeprägt ist.

Nach dieser Darlegung der Grundbedingungen und -komponenten des Informationsaustausches scheint eine eingehendere Diskussion des bis dahin verwendeten Informationsbegriffes angebracht.

DISKUSSION DES INFORMATIONEN - BEGRIFFES .

" Information is something we get when some person or machine tells us something we didn't know before. " (GARNER, 1962, S.2)

Wir können also nur Information über Dinge gewinnen, "über die bei uns ein gewisses Maß an Nicht-Wissen oder Ungewißheit besteht. In der Tat läßt sich Information als dasjenige definieren, das Ungewißheit beseitigt oder reduziert." (ATTNEAVE, 1965, S.13)

Der Betrag (amount) der Information eines Ereignisses "is determined by the amount by which the uncertainty has been reduced" (GARNER, 1962, S.3), Information und Unbestimmtheit sind quantitativ identisch. Ist die Unbestimmtheit meßbar, so ist auch die Information erfaßbar.

SHANNON und WEAVER (1946) stellen als quantitatives Maß der Information das "bit" (binary digit) zur Verfügung.

Die Mehrzahl der Autoren, die sich mit Informationsmessung auf der Basis der mathematischen Informationstheorie befassten, vertraten implizit oder explizit den Standpunkt, daß zwischen statistisch definierter und semantischer Information keine Beziehung bestehe (z.B. BAR-HILLEL, 1955).

Andererseits konnte in verschiedenen experimentellen Untersuchungen gezeigt werden, daß der statistisch

bestimmte Informationsgehalt dargebotener Reizmuster deren emotionale Wirkung auf Versuchspersonen beeinflußt und ihnen somit offensichtlich unterschiedliche Bedeutung verleiht (z.B. BERLYNE, 1957; MEYER, 1957; WERBIK, 1971;).

WEAVER (in SHANNON, 1949) unterscheidet drei Niveaus des Informationsaustausches:

- a) Informationsaustausch unter statistischem Aspekt (die statistischen Eigenschaften von Signalen betreffend)
- b) Informationsaustausch unter semantischem Aspekt (die Übermittlung der Bedeutung von Signalen betreffend)
- c) Informationsaustausch unter pragmatischem Aspekt (die Wirkung der übermittelten Nachricht betreffend)

Er betrachtet die statistischen Gesetze des Informationsaustausches als die Basis für das Verständnis der Prozesse auf der semantischen und der pragmatischen Ebene.

Eine weitgehend analoge Differenzierung des Informationsbegriffes nimmt auch FRANK (1960) vor.

KLIX (1971) sieht den mit dem Terminus Information umschriebenen Sachverhalt unter folgenden vier Aspekten:

- a) metrischer Aspekt
- b) struktureller Aspekt
- c) semantischer Aspekt
- d) pragmatischer Aspekt

Dabei bezeichnen metrischer plus struktureller Aspekt, was WEAVER und FRANK unter statistischer bzw. syntaktischer Information verstehen.

Auch KLIX vertritt den Standpunkt, daß metrische

und strukturelle Information die "Voraussetzung für die semantische Funktion einer Zeichenfolge" (KLIX, 1971, S.77) sind, während eine Umkehrung dieses Satzes nicht gelte.

GARNER (1962) differenziert bezüglich des Terminus "meaning" zwischen "signification" und "structure", welche beide interner oder externer Natur sein können.

" Thus meaning in the sense of signification is the actual equivalence relation for any single event and is not related to the statistics of the entire set of events." (GARNER, 1962, S.41)

Unter "structur" ist die Gesamtheit aller Beziehungen zwischen den Elementen einer Variablen oder eines Variablensystems zu verstehen, die ihre eigenständige Bedeutsamkeit (meaningful) hat und nicht als einfache Summe der "signification" der Einzelereignisse aufzufassen ist.

Bedeutung als Struktur ist quantifizierbar, nicht aber Bedeutung als Signifikation. Letztere ist entweder vorhanden oder nicht.

Interne Struktur oder Signifikation betreffen die Relationen der Elemente innerhalb einer Variablen oder eines Variablensystems.

Externe Struktur oder Signifikation beziehen sich auf Relationen zwischen Elementen verschiedener Variablen oder Variablensysteme.

GARNERS "internal meaning" und "external meaning" entsprechen den Termini "embodied meaning" und "designative meaning" bei MEYER (1956).

Gleich WERBIK (1971) vertritt MEYER die Auffassung, daß externe Redundanz (external meaning) auch die semantische Information umfasse. Berücksichtigt man zudem, daß Bedeutung allein als Struktur quantifizierbar ist und "within any fixed system of symbols or events, structural meaning is prerequisite to signification meaning" (GARNER, 1962, S.145), erscheint es gerechtfertigt, den Grad der Information von Stimulussequenzen und -konfigurationen zu bestimmen, indem man deren (internen oder bzw. und externen) Strukturierungsgrad erfaßt.

Die Methoden, mit deren Hilfe dies erfolgen kann, sollen im folgenden dargestellt werden.

Methoden zur informationstheoretischen Bestimmung von Variablen und Variablen-Systemen

=====

Um eine kursorische Orientierung über methodische Aspekte und konkrete Methoden der Informationsbestimmung zu ermöglichen, wird der ausführlichen Darstellung eine Übersicht in Stichpunkten vorangestellt.

Übersicht in Stichpunkten

1. Univariante Informationsanalyse

Informationstheoretische Bestimmung einer
(einzelnen) Variablen:

absoluter, maximaler, relativer Informations-
gehalt; absolute, relative Redundanz;

2. Bivariate Informationsanalyse

Informationstheoretische Bestimmung zweier
Variablen:

Gesamtinformation ("joint uncertainty");
maximale Gesamtinformation; gemeinsame Infor-
mation ("contingent uncertainty") bzw. Trans-
information; bedingte Information ("conditional
uncertainty"); Gegenüberstellung von bivariater
(und multivariater) Informationsanalyse und Varianz-
analyse sowie Korrelationsrechnung;

3. Multivariate Informationsanalyse

Informationstheoretische Bestimmung von Kombinationen, die aus mehr als zwei Variablen bestehen: Multiple Gesamtinformation ("multiple joint uncertainty"); maximale multiple Gesamtinformation; multiple gemeinsame Information ("multiple contingent information"); multiple bedingte Information ("multiple conditional information"); Zerlegung multipler Kontingenzen in Partialkontingenzen und Interaktionsgrößen; Beziehungen zwischen externem, internem und Gesamtzusammenhang ("Total Constraint = External Constraint + Internal Constraint"); Strukturiertheit von Sequenzen;

4. Verlässlichkeit von Informationsmaßen

5. Distributive und syntaktische Information

6. Mathematische Voraussetzungen für die Anwendung von informationstheoretischen Maßen

Ausführliche Darstellung

=====

Univariate Informationsanalyse

Eine beliebige Informationsquelle (oder Informationsempfänger) mit der Fähigkeit, verschiedene Zustände anzunehmen, kann, unter einem bestimmten definierten Aspekt betrachtet, als eine Variable X mit einer Anzahl diskreter Klassen $x_1, x_i, \dots, x_m$ aufgefaßt werden.

In informationstheoretischer Notation heißt die Menge aller unterscheidbaren Klassen "Repertoire", die verschiedenen Klassen oder Elemente "Alphabet".

Die einzelnen Klassen x_i besitzen bestimmte Realisationswahrscheinlichkeiten $p(x_i)$, die mittels der relativen Häufigkeiten von x_i innerhalb X bestimmbar sind. Entsprechend Garners (1968) allgemeiner Definition des Informationsbegriffes (s. S. 10) ist der Informationsbetrag einer Klasse x_i gleich dem Grad an Ungewißheit, der durch ihr Auftreten reduziert wird. Je seltener nun aber x_i auftritt, je geringer also seine Auftrittswahrscheinlichkeit ist, desto größer ist die diesbezügliche Ungewißheit. Der Informationsbetrag $I(x_i)$ einer Klasse x_i aus einer Variablen X läßt sich demnach darstellen als eine Funktion der Auftrittswahrscheinlichkeit $p(x_i)$:

$$I(x_i) = F(p(x_i))$$

Nach Shannon (1949) und Wiener (1948) wird als Informationsbetrag definiert:

$$I(x_i) = \lg \frac{1}{p(x_i)} = -\lg p(x_i) \quad (1)$$

Der Informationsgehalt (die Unbestimmtheit) der Variablen X wird analog definiert als gewogenes Mittel der Informationsbeträge der einzelnen Klassen $x_1, x_i, \dots, x_m$:

$$I(X) = -\sum p(x_i) \lg p(x_i) \quad (2)$$

Besitzen alle Klassen einer Variablen die gleiche Auftrittswahrscheinlichkeit, so vereinfacht sich Formel (2) zu:

$$I(X) = \lg m \quad (3)$$

In den Definitionen (1), (2) und (3) wird also die zugrunde liegende Variable als Nominalskala behandelt, es werden keinerlei Annahmen bezüglich ihrer metrischen Eigenschaften gemacht. Durch das Logarithmieren wird erreicht, daß die einzelnen Wahrscheinlichkeiten additiv werden und I für $p(x_i)$, also $m = 1$, den Wert Null hat.

In der Literatur werden Informationsbeträge generell statt im dekadischen Logarithmus im Logarithmus dualis notiert. Die Maßeinheit für Information ist daher das "bit" (binary digit). Folgerichtig definieren verschiedene Autoren wie z.B. v.Cube (1968, S. 53) "die Information einer Nachricht als die Minimalzahl der zur Codierung ihrer Zeichen erforderlichen Dualschritte".

Ausführliche Diskussionen und die mathematischen Ableitungen der Informationsmaße finden sich u.a. bei Attneave (1965), Garner (1962), Jaglom u. Jaglom (1967), Itelson (1967), Langer (1962), Meyer-Eppler (1959), Mittenecker u. Raab (1973).

Der Informationsgehalt einer Variablen X, auch als Entropie bezeichnet, ist maximal, wenn alle Klassen $x_1, x_2, \dots, x_m$ die gleiche Auftretswahrscheinlichkeit besitzen. Für die Entropie einer Informationsquelle lassen sich daher folgende Grenzen angeben: $0 \leq I(X) \leq \lg(m)$

Setzt man den realen und den maximalen Informationsgehalt zueinander in Beziehung, indem man die Differenz bildet, so erhält man die "absolute Redundanz":

$$R = I_{\max}(X) - I(X) = \lg m - I(X)$$

Das Komplement der "relativen Entropie" $\left(\frac{I(X)}{\lg m}\right)$ heißt "relative Redundanz":

$$R = 1 - \frac{I(X)}{I_{\max}(X)}$$

Relative Entropie und relative Redundanz gestatten den Vergleich zwischen Variablen mit verschiedenen vielen Klassen. Der Terminus Redundanz liefert uns ein Maß für den Betrag an nicht ausgenützter Information einer Informationsquelle.

Bivariate Informationsanalyse

Angenommen, eine Informationsquelle, eine codierte Nachricht oder ein Informationsempfänger sei durch 2 Variablen X und Y gekennzeichnet. Für diesen Fall lassen sich eine Anzahl bivariater Informationsmaße betimmen.

Die Gesamtinformation zweier Variabler ("joint uncertainty") ist definiert:

$$I(X,Y) = - \sum p(x_i, y_i) \lg p(x_i, y_i)$$

Dabei sind $p(x_i, y_i)$ die Wahrscheinlichkeiten aller möglichen Kombinationen der Klassen beider Variabler.

Die Entropie der Variablenkombination ist maximal, wenn beide Variablen unabhängig kombiniert werden, zwischen beiden Variablen also keine Korrelation besteht:

$$I_{\max}(X,Y) = I(X) + I(Y)$$

Die Differenz zwischen maximaler Information und realer Gesamtinformation gibt den Informationsbetrag an, der X und Y gemeinsam ist, die "contingent uncertainty":

$$I(X:Y) = I_{\max}(X,Y) - I(X,Y)$$

Der Betrag $I(X:Y)$ wird durch die Korrelation zwischen X und Y bestimmt.

Bei der Analyse der statistischen Relation innerhalb einer Informationsquelle, einer Nachricht oder eines Informationsempfängers kann der gemeinsame Informationsbetrag als Redundanz interpretiert werden. Bezüglich der Untersuchung von Informationsübertragungsprozessen zwischen Systemen kann er als Maß der übertragenen Information, der "Transinformation" aufgefaßt werden. Der gemeinsame Informationsbetrag $I(X:Y)$ drückt aus, in welchem Ausmaß die eine Variable durch Kenntnis der anderen voraussagbar ist. Die "bedingte Entropie" ("conditional uncertainty") gibt an, inwieweit die eine Variable bei Kenntnis der anderen nicht vorhergesagt werden kann: $I_Y(X)$ bzw. $I_X(Y)$

Die Entropien zweier Variabler setzen sich wie folgt zusammen:

$$I(X) = I(X:Y) + I_Y(X)$$

$$I(Y) = I(X:Y) + I_X(Y)$$

diese Vorzüge erlauben Vergleiche zwischen experimentellen Situationen, die mittels anderer statistischer Methoden unmöglich oder unbefriedigend sind. Beispiele sind der Vergleich der Leistungsfähigkeit verschiedener Sinnesorgane, oder die Gegenüberstellung von Intelligenzitems, die verschiedene Fähigkeiten ansprechen.

Multivariate Informationsanalyse

Analog den bivariaten Informationsmaßen kann eine Reihe von informationstheoretischen Kennwerten für Kombinationen von mehr als 2 Variablen definiert werden.

Für die Information dreier Variabler gilt:

Gesamtinformation: $I(X,Y,Z) = - p(x_i, y_i, z_i) \lg(x_i, y_i, z_i)$

Maximaler Informationsbetrag: $I_{\max}(X,Y,Z) = I(X) + I(Y) + I(Z)$

Gemeinsamer Informationsbetrag aller 3 Variablen: $I(X:Y:Z) = I_{\max}(X,Y,Z) - I(X,Y,Z)$

Betrachtet man Variable X als (abhängige) Kriteriumsvariable und die Variablen Y und Z als predictor-Variablen (unabhängige), so bestimmt sich die "multiple kontingente Information" ("multiple contingent uncertainty") nach folgender Formel:

$$I(X: Y,Z) = I(X) - I_{YZ}(X)$$

$I(X: Y,Z)$ ist der Teil an Information von X, der bei Kenntnis der kombinierten Variablen Y und Z voraussagbar ist.

$I_{YZ}(X)$ ist als "multiple bedingte Information" der Teil an Information von X, der nicht durch Y und Z voraussagbar ist.

$I(X: Y,Z)$ und $I_{YZ}(X)$ zusammen ergeben demnach die Gesamtinformation von X.

Die multiple Kontingenz $I(X: Y,Z)$ kann zerlegt werden in die beiden Einzelkontingenzen zwischen der Kriteriums- und den predictor-Variablen und in eine Interaktionsgröße:

$$I(X: Y,X) = I(X:Y) + I(X:Z) + I(XYZ)$$

Die Interaktionsgröße gibt an, welcher Betrag der Information der Variablen X durch die spezielle Kombination der Variablen Y und Z festgelegt ist.

Analog einem Partial-Korrelationskoeffizienten erfaßt die partielle kontingente Information ("partial contingent uncertainty") die Kontingenz, die zwischen 2 Variablen besteht, während die dritte konstant gehalten ist:

$$I_Z(X:Y) = \sum_Z p(z_i) I_Z(X:Y)$$

Im Gegensatz zu einem entsprechenden Korrelationskoeffizienten gibt die partielle kontingente Information statt des Grades den Betrag des Zusammenhangs an.

Der Informationsanteil eines bivariaten Kriteriums, der bei Kenntnis eines bivariaten predictors vorausgesagt werden kann, heißt "vereinigte multiple kontingente Information" ("joint multiple contingent uncertainty"):

$$I(W,X : Y,Z) = I(W,X) - I_{YZ}(W,X)$$

Diese vereinigte multiple Kontingenz kann in eine Reihe von einfachen Kontingenzen und Interaktionsgrößen zerlegt werden:

$$I(W,X : YZ) = I(W:Y) + I(X:Y) + I(W:Z) + I(X:Z) + \\ I(\overline{YZW}) + I(\overline{YZX}) + I(\overline{YWX}) + I(\overline{ZWX}) + I(\overline{YZWX})$$

Für die Analyse innerhalb und zwischen Variablen und Variablen-systemen gilt:

"Total Constraint = External Constraint + Internal Constraint "
(Garner, 1962, S.173)

Für ein Beispiel mit drei Variablen X,Y,Z nimmt die Gleichung folgende Form an:

$$I(X:Y:Z) = I(X:Y,Z) + I(Y:Z)$$

Angenommen Y und Z repräsentieren Items eines Intelligenztests (oder die beiden Dimensionen eines Items), so gibt der ihnen

gemeinsame Informationsbetrag $I(Y:Z)$ die innere Kohärenz wieder. X sei eine Bezugsvariable, z.B. ein definiertes Validitätskriterium. Die multiple kontingente Information $I(X: Y, Z)$ stellt dann den externen Zusammenhang dar. Externer plus interner Zusammenhang konstituieren die Gesamtkohärenz, den allen drei Variablen gemeinsamen Informationsbetrag.

Analog sind umfangreichere Variablensysteme analysierbar.

In bezug auf die große Relevanz, die dem strukturellen Aspekt des Informationsbegriffes in der obigen Diskussion (s.S. 11 ff.) beigemessen wurde, ist folgender Sachverhalt bedeutsam:

"External constraint is clearly identifiable with external structure, and internal constraint is clearly identified with internal structure." (Garner, 1962, S.174)

Strukturen verschiedenen Ordnungsgrades und ihre Information

Es wurde davon ausgegangen, daß sich informationsabgebende und -aufnehmende Systeme sowie Nachrichten als Variable mit verschiedenen Klassen darstellen lassen. Eine Berechnung der (absoluten) Entropie dieser Variablen basiert allein auf der Wahrscheinlichkeitsverteilung der diskreten Klassen, etwaige metrische Relationen zwischen letzteren bleiben unberücksichtigt. Die Menge der statistischen Beziehungen zwischen den Klassen einer Variablen wird als deren Struktur bezeichnet.

In der Literatur finden in diesem Zusammenhang häufig die Termini "stochastische Serie" und "Markoff-Serie" oder "Markoff-Kette" Verwendung: Eine Serie von Elementen aus einem begrenzten Elementeninventar, über die nur Aussagen möglich sind, welche sich auf deren Auftrittswahrscheinlichkeit beziehen, heißt stochastische Serie. Eine stochastische Serie, zwischen deren Elementen statistische Abhängigkeiten bestehen, heißt Markoff-Kette.

Strukturbildung (durch Schaffung von Abhängigkeiten) reduziert den Informationsgehalt, steigert den Redundanzgrad.

Attneave (1965) unterscheidet folgende Grade der Strukturiertheit in bezug auf sequentielle Abhängigkeit:

- Struktur nullter Ordnung: Die Klassen der Variablen sind unabhängig voneinander und gleich wahrscheinlich.
- Struktur erster Ordnung: Die Klassen der Variablen sind unabhängig voneinander, aber ihre Wahrscheinlichkeit ist verschieden.
- Struktur zweiter Ordnung: Die Klassen der Variablen sind nicht unabhängig; die Realisationswahrscheinlichkeit einer Klasse ist von der vorausgehenden abhängig.
- Struktur dritter Ordnung: Die Klassen der Variablen sind nicht unabhängig voneinander; die Realisationswahrscheinlichkeit einer Klasse ist von den beiden vorausgehenden Klassen abhängig.
- Struktur n-ter Ordnung: Die Klassen der Variablen sind nicht unabhängig voneinander; die Realisationswahrscheinlichkeit einer Klasse ist von den $N - 1$ vorangegangenen Klassen abhängig.

Die Information einer Struktur nullter Ordnung beträgt:

$$I_0 = \lg m$$

Für die Bestimmung einer Struktur erster Ordnung gilt:

$$I_1 = -\sum p(x_i) \lg p(x_i)$$

Eine Struktur zweiter Ordnung ist definierbar durch:

$$I_2 = I_{\text{Digramm}} - I_1$$

Dabei ist die Digramm-Information

$I_{\text{Digramm}} = -\sum p(x_i, x_j) \lg p(x_i, x_j)$,
wenn x_i und x_j benachbarte Realisationen der Variablen sind.

Die Entropie einer Struktur N-ter Ordnung kann angegeben werden nach: $I_N = I_{N\text{-gramm}} - I_{(N-1)\text{-gramm}}$

Dabei ist:

$$I_{N\text{-gramm}} = - \sum p(N\text{-gramm}) \log p(N\text{-gramm})$$

I_N wird als mittlerer bedingter Informationsgehalt oder Kontext-Entropie N-ter Ordnung bezeichnet.

Nach Klix (1971) und Langer (1962) können zeitliche, räumliche und räumlich-zeitliche Strukturbildungen unterschieden werden.

Die statistischen Relationen zwischen Zuständen einer Variablen sind mit Hilfe der Formeln für bivariate und multivariate Informationsanalyse als konditionale Information definierbar.

Verlässlichkeit von Informationsmaßnahmen

Bezüglich der Verlässlichkeit und Methoden zur Signifikanzprüfung informationstheoretisch bestimmter Größen kann unter anderem auf Abhandlungen bei Attneave (1965), Mittenecker u. Raab (1973) und Quastler (1955) verwiesen werden.

Distributive Information und syntaktische Information

Angenommen, ein definiertes System realisiert eine Anzahl von Zuständen aus der Population möglicher Zustände; der Informationsgehalt des realisierten Aggregates soll bestimmt werden. Liegen der Berechnung des Informationsgehaltes die Populationswahrscheinlichkeiten der alternativen Zustände zugrunde, so erhält man die "distributive Information" als "ein Maß für die 'Neuheit' einer Konfiguration" (Werbik, 1971, S. 29).

Erfolgt die Bestimmung anhand der relativen Häufigkeiten, mit denen die Zustände (tatsächlich) realisiert werden, ergibt sich die "syntaktische Information", die " 'Komplexität' der Konfiguration" (S. 28).

Im ersten Fall werden die Zustände als Teilmenge einer Population, im letzteren Fall als eigene Population betrachtet.

Mathematische Voraussetzungen für die Anwendung informationstheoretischer Maße

Die Applikation informationstheoretischer Termini auf Variablen und Variablensysteme setzt die Erfüllung einer Anzahl von Bedingungen voraus. Dieser Notwendigkeit wurde bei der Anwendung von Informationsmaßen im Bereich der Psychologie bisher nur selten explicit (z.B. Werbik, 1971) und oft nicht einmal implicit Rechnung getragen.

Die Benutzung der oben dargestellten Informationsmaße verlangt folgende Variableneigenschaften:

1. Stochastizität:

Die Realisationen der Variablenklassen werden allein durch deren Wahrscheinlichkeiten bestimmt. Markoff-Verkettungen werden hierdurch nicht ausgeschlossen.

2. Stationarität oder Ergodizität:

Innerhalb einer Realisationssequenz einer Variablen bleibt die Wahrscheinlichkeitsverteilung konstant.

3. Markoff-Konsistenz:

Der Ordnungsgrad der Struktur wechselt innerhalb einer Realisationssequenz nicht.

4. Ausreichende Verzögerung des Codierungsprozesses:

"Die Interpretation des Unbestimmtheitsmaßes als die kleinste Zahl binärer Symbole zur Kennzeichnung der vorhandenen Kategorien ist nur möglich, wenn die Dekodierung beim Empfänger erst erfolgt, wenn die Übertragung der Elementenfolge abgeschlossen ist". (Werbik, 1971, S. 21)

Diese Tatsache muß Berücksichtigung finden.

Im Konzept der "subjektiven Information" (z.B. Shannon, 1951; Frank, 1961; Weltner, 1970) sind die o.g. axiomatischen Bedingungen weitgehend aufgegeben.

I N T E L L I G E N Z

Die "Intelligenz" war während der letzten hundert Jahre Gegenstand einer kaum mehr überschaubaren Zahl von psychologischen Forschungsarbeiten sowie einer Vielzahl von Definitionsversuchen.

Trotzdem ist es gegenwärtig nicht möglich, Intelligenz verbal oder operational in verbindlicher Weise zu definieren (siehe z.B. ROTH u.a., 1972).

JÄGER (1967) beschreibt diesen Zustand wie folgt:

" So gut wie alle Schulen und Arbeitsrichtungen der psychologischen Forschung sind sich jedenfalls heute darin einig, daß man sich über eine verbale Definition der Intelligenz zur Zeit nicht einigen kann." (S.15)

Die Notwendigkeit, Intelligenzforschung zu betreiben, ist derzeit wohl allgemein unbestritten.

Auf eine eingehende Diskussion dieser Thematik aus z.B. wissenschaftstheoretischer (siehe z.B. HOLZKAMP, 1972) oder anthropologischer Sicht (siehe z.B. GEHLEN, 1962) muß in diesem Rahmen verzichtet werden.

In relativ enger Assoziation zum Terminus Intelligenz stehen die Begriffe Denken, Gedächtnis und Lernen.

So definiert ROHRACHER (1956):

" Intelligenz ist der Leistungsgrad der psychischen Funktionen bei ihrem Zusammenwirken in der Bewältigung neuer Situationen." (S.352)

Als psychische Funktionen aber bezeichnet er "Wahrnehmung, Gedächtnis und Denken".

In ähnlicher Weise sehen zahlreiche Autoren (z.B. GUILFORD, 1964; THURSTONE, 1938) Gedächtnis als einen Bestandteil der Intelligenz an. Diese Auffassung findet ihren Ausdruck in der Tatsache, daß die meisten Intelligenztests sog. Merkaufgaben beinhalten (z.B. HAWIE, IST, IPS).

Die Verwandtschaft zwischen Intelligenz und Lernen wird deutlich, wenn z.B. DREVER und FRÖHLICH (1969) unter anderem Intelligenz eine "Allgemeine Bezeichnung für die Leistungsmöglichkeiten von Lebewesen bestimmter Art in bezug auf den Umfang des L e r n e n s d u r c h E r f a h r u n g und die dadurch möglichen Anpassungsreaktionen bzw. Verhaltensweisen in neuen Situationen" (S.121) nennen.

Für HOFSTÄTTER (1966) sind Intelligenz und Lernen sogar nur verschiedene Aspekte des gleichen Phänomens. Denken, Gedächtnis und Lernen stehen selbstverständlich auch untereinander in Wechselwirkung.

Insgesamt ist festzustellen, daß die Begriffe Intelligenz, Denken, Gedächtnis und Lernen zwar nicht identisch sind, sich aber zum Teil überdecken. Da sie alle sehr komplexer Natur und nicht hinreichend verbindlich definiert sind, lassen sich auch die Relationen zwischen ihnen nicht exakt bestimmen.

Als gesichert kann gegenwärtig gelten, daß es sich bei Intelligenz um keine direkt beobachtbare, sondern um eine erschlossene Größe im Sinne eines "Konstruktes" bzw. einer "intervenierenden Variablen" handelt.

"... wir hypostasieren eine Eigenschaft 'Intelligenz', um mit dieser Annahme erklären zu können, wieso bestimmte Verhaltensweisen zusammen vorkommen" (HÖRMANN, 1963, S.156).

Das Konstrukt Intelligenz soll die innerhalb des Individuums gegebenen Bedingungen intelligenten Verhaltens repräsentieren. Dabei wird natürlich nicht übersehen, daß intelligentes Verhalten auch von äußeren Voraussetzungen (Situation, Umwelteinflüsse usw.) abhängt.

Alle der zahlreichen Versuche, das Konstrukt Intelligenz näher zu bestimmen, dienen zumindest auch unter anderem dem generellen Ziel jeglicher Intelligenzforschung: intelligentes Verhalten erklärbar und voraus sagbar zu machen.

" Intelligenz empirisch untersuchen heißt aber, sie in der konkreten Form einer bestimmten Auswahl intelligenter Verhaltensweisen bei einer Stichprobe von Menschen mit bestimmten Methoden beobachten und analysieren " (JÄGER, 1967, S.1).

" Jede solche Konkretisierung bringt unausweichlich eine Reduktion des intendierten Gegenstandes mit sich, ... ((so)) daß er nur in einem Ausschnitt in den Blick genommen werden kann und auch das nur ~~in~~ einer von vielen möglichen Weisen." (JÄGER, 1967, S.1)

Als Hauptaspekte, unter denen derzeit Intelligenzforschung betrieben wird, nennt der gleiche Autor:

" Gegenwärtig untersucht man das intelligente Verhalten vornehmlich unter folgenden Gesichtspunkten:

(1) seiner Ordnung und Klassifizierung und der Struktur seiner hypothetischen Bedingungen bzw. Dimensionen (Intelligenzforschung im engeren Sinne), (2) seiner aktuellen Verlaufsdynamik und ihrer Bedingungen (Denkpsychologie, Verhaltensforschung, Kybernetik und Informationstheorie), (3) seiner onto- und phylogenetischen Entwicklung (Entwicklungspsychologie,

Verhaltensforschung, Genetik), (4) seiner körperlichen Korrelate (Neurophysiologie, Biologie), (5) seiner Störungen und Ausfallserscheinungen (Psychiatrie, Psychopathologie, Klinische Psychologie) und (6) seiner Einordnung in die Gesamtpersönlichkeit und ihre Variablen." (JÄGER, 1967, S.3)

Die hier intendierte Arbeit zielt auf die Aspekte (1) und (2) ab und sucht soweit möglich auch (6) zu berücksichtigen.

Die Gesichtspunkte (3), (4) und (5) werden explizit ausgeklammert.

Eine Darstellung der Entwicklung der Intelligenzmessung -über die Bestimmung des Intelligenzalters, des Intelligenzquotienten als Verhältnis von Intelligenzalter zu Lebensalter zu dem heute sehr gebräuchlichen Intelligenzquotienten bzw. Standardwert als Abweichungsquotienten- soll unterbleiben.

Ausführliche Beschreibungen geben u.a. GROFFMANN (1964) und JENKINS und PATERSON (1961).

Die momentane psychologische Praxis in Konstruktion und Applikation von Intelligenztests hat ihre Basis in der sogenannten Klassischen Testtheorie.

Letztere bedarf einer Reihe von Annahmen, vor allem bezüglich Meßniveau (Intervallniveau), Datenverteilung (Normalverteilung), Dimensionalität, Linearität.

Nach Auffassung einer Reihe von Autoren sind diese Voraussetzungen teils als unbewiesen, teils als ungerechtfertigt zu betrachten.

Ein weiterer Punkt der Kritik ist die Populationsabhängigkeit der klassischen Testcharakteristika Validität, Reliabilität, Homogenität, Parallelität.

(siehe z.B. FISCHER, 1968; KEMPF, 1972; VUKOVICH, 1967;)

Neuere Wahrscheinlichkeitsmodelle, unter denen das RASCH'sche Modell (1960) im deutschen Sprachraum wohl am bekanntesten ist, suchen mehr oder minder ohne die kritisierten Voraussetzungen der klassischen Testtheorie auszukommen.

Für die Praxis der Intelligenzdiagnostik konnten sie aber bisher keine nennenswerte Bedeutung gewinnen.

Von entscheidendem Einfluß auf die Entwicklung der Intelligenzforschung war und ist auch heute das mathematische Verfahren der Faktorenanalyse.

So formuliert JÄGER (1967):

" Auch in ihrem gegenwärtigen Entwicklungsstadium erscheint aber die Faktorenanalyse speziell als Ordnungsinstrument und bei der Herausarbeitung der hypothetischen Bedingungen intelligenten Verhaltens allen anderen heute verfügbaren Methoden überlegen." (S.11)

Dieses Verfahren gestattet, vermittels einer Analyse der Interkorrelationen zwischen einer Reihe von Variablen Dimensionen, auf denen diese kovariieren, herauszuarbeiten.

Als einige der Hauptvorzüge der faktorenanalytischen Technik nennt oben zitierter Autor:

" Ihre Stärken liegen u.a. in folgendem:

(1) Die Ordnung der Phänomene und deren hypothetische Bedingungen, die sie herausarbeitet, sind empirisch begründet und operational so definiert, daß sie jederzeit geprüft und verifiziert oder falsifiziert werden können.

(2) Sie geht von einer 'freien' Variation der Variablen aus und ist daher in dieser Hinsicht weniger mit einengenden Vorwegnahmen und vermutlich auch weniger mit undurchschaubaren Interaktionswirkungen von hypothetischen Bedingungen (CATTELL, 1959) belastet, als das univariate Experiment.

(3) Die Anzahl der simultan verarbeitbaren Variablen ist beträchtlich größer als im Experiment. Gerade das macht die Faktorenanalyse als Ordnungsinstrument für Phänomene aus umfassenderen Verhaltensbereichen besonders geeignet.

(4) Mit ihrer Hilfe lassen sich nicht nur 'augenscheinliche' Funktionseinheiten (bloße 'kovariierende Bündel' von Variablen bzw. 'surface traits', CATTELL, 1957), sondern 'echte', oft verborgene und erst mit dieser Methode identifizierbare Grundeinheiten ('source traits') identifizieren. (Das gilt allerdings nicht für die verschiedenen Formen der Cluster Analysis.) "

(JÄGER, 1967, S.11)

Detailliertere Darstellungen und Diskussionen dieser Technik finden sich u.a. bei ÜBERLA (1968), PAWLIK (1968) und HARMAN (1960).

Die Verwendung faktorenanalytischer Verfahren im Rahmen der Intelligenzforschung führte zur Entwicklung verschiedener Theorien der Intelligenz.

Die "Zwei-Faktoren-Theorie" SPEARMAN's (1927) nimmt die Existenz eines allgemeinen Intelligenzfaktors ("g") und einer Vielzahl spezifischer Faktoren ("s") an.

Als bedeutendste Vertreter der sog. "faktoriellen Strukturtheorien" der Intelligenz sind THURSTONE, MEILI, GUILFORD und die "Englische Schule" zu nennen.

Nach THURSTONE (1938) konstituiert sich die hypothetische Variable Intelligenz aus "primary mental abilities".

Dabei soll die Leistung in einem spezifischen Test durch möglichst wenige Fähigkeiten (Faktoren) erklärt werden, soll der gleiche Faktor nur in ähnlichen Aufgaben repräsentiert sein.

Gestalttheoretischen Prinzipien entsprechend bilden nach MEILI's (1965) Auffassung vier Faktoren die Grundlagen intelligenten Verhalten: Komplexität, Plastizität, Ganzheit, Flüssigkeit.

Obschon unabhängig voneinander, gehen jeweils alle -in unterschiedlichem Ausmaß- in intelligentes Verhalten ein.

GUILFORD's (1964) intuitiv konzipiertes Strukturmodell ("structure of intelligence") postuliert 120 voneinander unabhängige Faktoren. Bislang ist nur etwas mehr als die Hälfte von letzteren meßbar.

In ihren "hierarchischen" Faktorentheorien der Intelligenz erweitert die "Englische Schule", vor allem vertreten durch BURT (1949) und VERNON (1961), die Zwei-Faktoren-Theorie von SPEARMAN.

Sie nimmt neben dem allgemeinen Intelligenzfaktor ("g") und den spezifischen Intelligenzfaktoren ("s") noch die Existenz sog. Gruppenfaktoren, die verschiedenen Generalitätsebenen zugehören, an.

Die Forschung hat bis heute bereits über 60 Intelligenzfaktoren eruiert.

Ein allgemein anerkanntes Modell der Intelligenzstruktur steht bislang nicht zur Verfügung.

Zur Präzisierung der hypothetischen Variablen Intelligenz konnte die Arbeit auf faktorenanalytischer Basis bisher u.a. folgende gesicherte Erkenntnisse beisteuern:

- Intelligenz ist nicht eine einzige Funktionseinheit, sondern konstituiert sich aus einer mehr oder weniger großen Zahl mehr oder weniger voneinander abhängiger bzw. unabhängiger Teilfunktionen (Faktoren).
- Welche Faktorenstruktur sich in einer faktorenanalytischen Untersuchung ergibt, ist abhängig von
 - a) der zugrunde gelegten Stichprobe (Alter, Geschlecht, Intelligenzniveau, Persönlichkeitsvariablen),
 - b) der Art der intendierten bzw. provozierten Testreaktionen,
 - c) der verwendeten Analysenmethodik.

Als sicher kann weiterhin gelten, daß intelligentes Verhalten an die Gegebenheit bestimmter organischer Voraussetzungen -die Funktionsfähigkeit endokrino-logischer Mechanismen und des ZNS sowie spezifische Genstrukturen- gebunden ist.

RESUMÉE der gegenwärtigen Situation in der Intelligenzforschung und daraus ableitbare Konsequenzen:

- a) Intelligenz ist eine hypothetische Variable, die trotz aller bisherigen Forschungserfolge noch dringend weiterer Differenzierung und Präzisierung bedarf.

Zu zeigen, daß bei der Bewältigung dieser Aufgabe informationstheoretische Methodik und informationstheoretisch fundierte Konzeptbildung wesentliche Beiträge leisten können, soll eines der Ziele der hier intendierten Arbeit sein.

- b) Die derzeitige Praxis in Konstruktion und Anwendung psychologischer Intelligenztests basiert nahezu ausschließlich auf den Annahmen der klassischen Testtheorie.- Ein Teil dieser Annahmen fordert berechtigte Kritik heraus.

Ein zweites Anliegen der Informationstheorie kann es sein, die Möglichkeit zu demonstrieren, mit Hilfe informationstheoretischer Methodik bis zu einem gewissen Grade analoge Resultate wie vermittels der klassischen Testtheorie -und zwar unter gleichzeitigem Verzicht auf einen wesentlichen Teil von deren inkriminierten Annahmen- zu erzielen.

Einer der bedeutsamsten faktorenanalytisch fundierten Beiträge zur Intelligenzforschung jüngerer Datums stammt von JÄGER (1967).

In Anbetracht der Stellung, die dieser empirischen Untersuchung im Rahmen des empirischen Teils der vorgesehenen Arbeit zukommen soll, wird sie an dieser Stelle bezüglich zweier entsprechend ausgewählter Aspekte referiert.

JÄGER's Untersuchung liegt eine Stichprobe von 301 Primanern zugrunde, eine Stichprobe, die einerseits über ein relativ "homogenes allgemeines Intelligenz- und Bildungsniveau" verfügt, andererseits aber über ein überdurchschnittlich hohes Intelligenzniveau, wobei letzterer Umstand einen verhältnismäßig hohen Differenzierungsgrad der Intelligenzstrukturen erwarten läßt.

Diesen Versuchspersonen legte der Autor eine Auswahl von 234 Intelligenzaufgaben (69 verschiedene Aufgabentypen) vor, womit er der Forderung nach Repräsentativität der Leistungsvariablen sicher wesentlich besser gerecht wurde als dies in vergleichbaren Arbeiten bislang geschah.

Die sechs Haupt- "Dimensionen der Intelligenz", die sich in JÄGER's Untersuchung ergaben, dürfen aus diesem Grunde auch als die gegenwärtig am besten fundierten gelten.

Aus Gründen der praktischen Durchführbarkeit kann die hier intendierte Untersuchung -bedingt durch ihre spezifische Thematik- keine "möglichst umfassende" Auswahl von Intelligenzleistungen einbeziehen wie die o.a. Arbeit.

Andererseits sollte die zur Verwendung kommende Auswahl aber doch möglichst repräsentativ für den gesamten Bereich derzeit bekannter Intelligenzleistungen sein.

Um dieser Forderung zu genügen, wird sich die geplante Arbeit an den von JÄGER herausgearbeiteten Intelligenzdimensionen und den sie repräsentierenden Aufgabentypen orientieren.

INFORMATIONSTHEORETISCHE ANSÄTZE IN DER INTELLIGENZ- FORSCHUNG

1. Theoretische Ansätze

Eine der differenzierteren Konzeptionen stammt von KLIX (1971):

" Mit Lernen bezeichnen wir danach jede umgebungsbezogene Verhaltensänderung, die als Folge einer individuellen (systemeigenen) Informationsverarbeitung eintritt." (S.347)

"Individuell" wird dabei gegen "phylogenetisch determiniert" abgegrenzt.

"Umgebungsbezogenheit" bedeutet, daß aus der Umgebung aufgenommene Information verarbeitet wird.

"Verinnerlichtes Verhalten" ist ausdrücklich in die Definition einbezogen.

Die Formulierung "Folge" impliziert, daß das Resultat einer Informationsverarbeitung behalten wird. Unter diesem Aspekt besteht Lernen "in der Ausbildung oder Korrektur von individuellem Gedächtnisbesitz" (S.348).

Hoch organisierte Gedächtnisstrukturen, herausgebildet in Lernprozessen, besitzen zwei Komponenten:

" Das Zusammenspiel dieser zwei Komponenten: der begrifflichen Strukturen über Umgebungseigenschaften auf der einen Seite und der Transformationen dieser Strukturen (hervorgegangen aus den Wirkungen von Umgebungsveränderungen) auf der anderen Seite, bildet die Grundlage jener internen kognitiven Dynamik, die wir Denken nennen. " (S.22)

Gemeint sind Invarianten von Merkmalen (Objekten) und Invarianten von Transformationen.

Individueller Gedächtnisbesitz bestimmt die Strategien der Informationsgewinnung und -verarbeitung. Effektive Strategien der Informationsgewinnung heißen nach KLIX "in statischer Zusammenfassung Intelligenz oder in summarischer Definition intelligentes Verhalten". (S.586)

An anderer Stelle sagt der Autor, daß die "leistungsfähigen Strategien der Informationsgewinnung und Informationsverarbeitung des Menschen" in den "produktiven Intelligenzleistungen schöpferischen Denkens ihren Ausdruck finden". (S.22)

Informationsverarbeitung bzw. Lernen grenzt der Autor nicht eindeutig gegen Informationsgewinnung bzw. Intelligenz ab.

Operationale Umsetzung:

Intelligenz - bzw. Lernleistungen schlagen sich in Gedächtnisbesitz nieder.

Der aktuelle Gedächtnisbesitz bestimmt das aktuelle Verhalten und ist über dieses erschließbar.

Der (höher organisierte) Gedächtnisbesitz konstituiert sich aus Strukturen von Merkmals- und Transformationsinvarianten.

Auf dieser Basis lassen sich Intelligenz- bzw. Lernleistungen als Invariantenbildung operational definieren und somit (über entsprechende Verhaltensäußerungen) empirisch meßbar machen. (z.B. als Invariantenbildung bei der Lösung eines Intelligenztestitems)

HOFSTÄTTER (1966) definiert Intelligenz als die "Befähigung zur Auffindung von Redundanz" (S.241).

In Konsequenz hierzu unterscheidet er zwei Typen nicht-intelligenten Verhaltens:

- a) zu viel Redundanz anzunehmen,
- b) zu wenig Redundanz anzunehmen.

Den Begriff Lernen betreffend interpretiert HOFSTÄTTER "Lernvorgänge im Sinne einer Erfassung der 'Ordnung'".

Intelligenz wäre demnach die strukturelle Voraussetzung des Prozesses Lernen bzw. Intelligenz und Lernen verschiedene Aspekte desselben Phänomens.

Intelligenzprozesse wie Lernprozesse im intendierten Sinne reduzieren Information (Ungewißheit) und erhöhen Redundanz (Bekanntheitsgrad).

Operationale Umsetzung:

Die oben zitierte Intelligenzdefinition HOFSTÄTTERS ist bereits operational gefaßt.

Sie kann überprüft werden, indem man einer bestimmten Stichprobe von Versuchspersonen eine Anzahl von Symbolaggregaten (Reiz-) mit definiertem Redundanzgrad und Redundanztyp vorlegt, sie bittet, deren "Ordnung" (Regelmäßigkeit, Gesetzmäßigkeit, Abhängigkeiten usf.) zu bestimmen und die Resultate, d.h. die Relationen zwischen tatsächlicher und angenommener Redundanz, mit geeigneten Intelligenzkriterien vergleicht.

VON CUBE (1968) schreibt: " Vom redundanztheoretischen Standpunkt aus gehört Intelligenz in den Rahmen der allgemeinen Fähigkeit, aktiv (subjektive) Redundanz zu erzeugen. " (S.178)

Er gibt MEILI's 4-Faktoren-Modell folgende informationstheoretische Interpretation:

" 'Komplexität' bedeutet die Fähigkeit, eine Wahrscheinlichkeitsverteilung bzw. Häufigkeitsverteilung (...) wahrzunehmen oder zu lernen und Autokorrelationsprozesse zu vollziehen... " (S.17)

" 'Globalität' charakterisiert die eigentliche Fähigkeit der Superzeichenbildung... " (S.17)

Diese Superzeichenbildung kann irreversibel oder reversibel sein.

Die auf der 'Plastizität' basierende Superzeichenbildung ist noch teilweise autokorrelativ.

" 'Fluency' kann als der eigentliche Intelligenzparameter im Sinne der Redundanztheorie angesehen werden, denn er liegt einer nicht autokorrelativen Superzeichenbildung " (S.180) zugrunde. Es handelt sich dabei um "die Fähigkeit, eine bestehende Wahrscheinlichkeitsverteilung in einem reflexiven Akt grundsätzlich aufzuheben und neue Einheiten zu bilden". (S.179)

Die Fähigkeiten des Wahrscheinlichkeitslernens und der bloßen raschen Aufnahme ins Gedächtnis zählen nach v.CUBE nicht zur eigentlichen Intelligenzfähigkeit; sie sind dieser jedoch förderlich.

Von Bedeutung ist hierbei auch, daß Intelligenz als Fähigkeit der Informationsreduktion und der Informationserweiterung (Repertoireerweiterung durch

Superrierung) gesehen wird.

Es lassen sich zwei Arten von Superzeichenbildung unterscheiden:

"Superrierung durch Komplexbildung" und
"Superrierung durch Klassenbildung".

(WELTNER, 1970; vergleiche KLIX, 1971;)

Operationale Umsetzung:

v.CUBE definiert die (eigentliche) Fähigkeit der Intelligenz als Fähigkeit zur reversiblen Superzeichenbildung.

Zudem wird hier hypostasiert, daß die Resultate von Superrierungsprozessen als Information abgegeben bzw. als Verhalten geäußert werden können (z.B. als Reaktion im Intelligenztest).

Damit wird Intelligenz in dem hier intendierten Sinne unter geeigneten Versuchsbedingungen in den Reaktionen eines Probanden auf eine Problemsituation (Problemstellung), die nur mit Hilfe von Superrierung zu bewältigen ist, faßbar.

Kurz hingewiesen sei in diesem Rahmen auch auf die Auffassung STEINBUCH's (1966), nach der die geistigen Funktionen des Menschen als quantifizierbare Prozesse der Aufnahme, Verarbeitung, Speicherung und Abgabe von Information gesehen werden können.

ROTH u.a. (1972) geben einen relativ umfassenden Überblick der bisherigen informationstheoretischen Ansätze in der Intelligenzforschung.

Sie kommen zu der Annahme, daß es möglich sein müßte, "ein informationstheoretisch definiertes und operationalisiertes Intelligenzmodell zu schaffen, dessen Faktoren heuristisch wie folgt bezeichnet werden könnten:

1. Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit
2. Informationsspeicherung
3. Informationsreduktion (Redundanzzerzeugung)
4. Informationskreation (Bildung neuer Superzeichen, Regeln)"

(ROTH u.a., 1972, S.100)

Ein operationalisiertes Intelligenzmodell mit den genannten Faktoren könnte einer empirischen Überprüfung unterzogen werden, indem man Symbolaggregate (Reizaggregate) definierten Informationsgehalts und Redundanzgrades mit entsprechenden Verhaltensinstruktionen einer geeigneten Personenstichprobe vorlegte und deren Reaktionen zu ausgewählten Intelligenzkriterien in Relation setzte.

Vorausgesetzt wird dabei wieder für intelligente Individuen die Fähigkeit, Information zu realisieren, - bei STEINBUCH eine eigene Intelligenzkomponente.

Die oben kurz umrissenen informationstheoretisch fundierten Konzeptionen des Konstruktes Intelligenz finden alle in diesem Modell ihre Repräsentation.

Insgesamt gesehen zeigen die Auffassungen von KLIX,

HOFSTÄTTER, v.CUBE und ROTH u.a. deutliche Übereinstimmungen auf der einen Seite, andererseits aber auch nicht unwesentliche Abweichungen voneinander.

2. E m p i r i s c h e A n s ä t z e

Heute liegt bereits eine große Anzahl von empirischen Arbeiten vor, in denen Relationen zwischen informationstheoretisch und psychologisch definierten Variablen untersucht und zum Teil nachgewiesen wurden. Ihre Darstellung, auch nur im Überblick, muß hier aus ökonomischen Gründen unterbleiben, Nichtsdestoweniger sollen die bisherigen Resultate informationstheoretisch-psychologischer Forschung bei der Planung der hier intendierten Untersuchung und bei der Interpretation von deren Ergebnissen angemessen Berücksichtigung finden (und soweit erforderlich dort auch kurz referiert werden).

Der folgende Überblick wird sich daher weitgehend auf Untersuchungen bzw. vor allem deren Resultate beschränken, deren Anliegen die Nutzbarmachung informationstheoretischer Ansätze für die Intelligenzforschung war.

Von FRANK (1960, 1961) stammen einige Experimente, die sich mit dem Lernen von Wahrscheinlichkeiten, der sog. informationellen Akkomodation befassen.

Die Aufgabe seiner Versuchspersonen (Schüler verschiedener Klassen) bestand in der Vorhersage binärer und quaternärer Symbolsequenzen. Als Intel-

lizenzkriterium verwendete er die Durchschnitte aller Schulnoten, ein Vorgehen, das von v.CUBE (1968) und anderen Autoren kritisiert wird.

Aus den Untersuchungsergebnissen zog FRANK den Schluß, daß "Auswirkungen gewisser einfacher, informationspsychologischer Prozesse bei unveränderter Versuchsanordnung desto stärker gestört werden

- 1) je höher die Intelligenz
- 2) je höher das Alter (wenigstens bis zur Adoleszenz)
- 3) je größer eine entsprechende Übung ist."

(FRANK, 1961, S.118)

" Die 'Störung' beruht natürlich auf den sogenannten 'reflexiven' Bewußtseinsprozessen. " (1961, S.117)

Bei ROTH (1964) hatte eine heterogene Gruppe von Versuchspersonen (Studenten, Schüler, jugendliche Strafgefangene; männliche, weibliche Vpn) auf bunte Lampen als Reize -deren Anzahl von 1 bis 8 variierte und von denen jeweils eine aufleuchtete- mit einer motorischen Reaktion zu antworten, d.h. die betreffende Lampe durch Tastendruck möglichst rasch zu löschen.

Als Intelligenzmaß diente der IST von AMTHAUER.

Die einfache Reaktionszeit erwies sich als intelligenzunabhängig ($r=.00$).

Die Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung (Reaktionszeitzuwachs mit steigendem Informationsgehalt) korrelierte signifikant mit dem IST-Standardwert ($r=-.39$, s.s.), nicht jedoch mit dem Parameter des PAULI-Tests (Summe).

Einfache Reaktionszeit und Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit kovariierten signifikant ($r=-.41$, s.s.).

In einem Kartensortierversuch konnte OSWALD (1971) die beiden erstgenannten Resultate ROTHs, nämlich Intelligenzunabhängigkeit der reinen Reaktionszeit sowie eine statistisch bedeutsame Beziehung zwischen Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und IST-Standardwert (mit $r = -.41$, s.s.) an einer Stichprobe von 110 Volksschülern bestätigen.

Ein besonders starker Zusammenhang zeigte sich zwischen Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und dem Subtest "Würfelaufgaben".

Eine Korrelation der "subjektiven Information" von Texten zwar zum Subtest "Würfelaufgaben" (Rangkorrelation $r = -.47$, s.s.), nicht jedoch zum IST-Standardwert, erhielt WELTNER (1970) an einer Stichprobe von 20 Studenten.

Eine Beurteilung dieses Ergebnisses muß der mit dem Konzept der subjektiven Information verbundenen Problematik Rechnung tragen.

LEMKE, KLAUSMEIER und HARRIS (1967) fanden in einer faktorenanalytischen Untersuchung bedeutsame Zusammenhänge zwischen zwei Informationsverarbeitungsfaktoren und den Intelligenzaufgaben "Allgemeines Wissen", "Gemeinsamkeitenfinden" und "Schlußfolgern-des Denken".

Ein anderes interessantes Experiment ist DETAMBEL und STOLUROW (1956) zu verdanken. Es soll in den

hier relevanten Ausschnitten kurz referiert werden.

Als Reizvorlage verwendeten die Autoren drei trichotome Variablen; insgesamt standen also 27 verschiedene Stimuli zur Verfügung. Nur eine der Variablen war relevant.

Eine Aufgabe der Versuchspersonen bestand darin, zu lernen, auf jedes der drei verschiedenen "levels" der relevanten Variablen mit einer spezifischen Reaktion zu antworten. Es waren also drei verschiedene Reaktionen zu erlernen.

Für den Lernversuch fanden zwei Serien, bestehend aus je 27 Stimuli, Gebrauch. Bezüglich der Darbietungsfolge der relevanten Variablen waren beide Serien identisch. Sie unterschieden sich aber im Hinblick auf den Grad der korrelativen Beziehung der zwei irrelevanten Variablen zu der relevanten Variablen. Das heißt, bei der einen Serie ging mit jeder Änderung der relevanten Variablen eine Änderung der irrelevanten Variablen einher ("high synchrony"), während bei der anderen Serie letztere konstant blieben ("low synchrony").

Der Versuch zeigt dann, daß der Prozentsatz an Versuchspersonen, die die Aufgabe bewältigen konnten, unter der Bedingung niedriger Synchronität wesentlich größer war als unter der Bedingung starker Synchronität.

Dieses Resultat wurde zum Intelligenzniveau (ACE-Score) der Vpn in Beziehung gesetzt. Die durch die beiden unterschiedlichen Reizvorlagen bedingte Differenz im Lernerfolg war bei den Vpn mit dem niedrigsten Intelligenzniveau (unterstes Quartil) am stärksten ausgeprägt und verringerte sich mit steigendem Intelligenzniveau, um schließlich im oberen Bereich ganz zu verschwinden.

Die MANDELEROTSche These (1957), daß mit zunehmender Intelligenz die Texttemperatur steige, bildet die Basis für einen weiteren empirischen Ansatz.

Die Texttemperatur wird aus Anzahl, Häufigkeit und Länge der unterschiedlichen Wörter, die eine Person verwendet, ermittelt. - Hohe Texttemperatur entspricht informationstheoretisch gesehen hohem Informationsgehalt.

Der Autor konnte nachweisen, daß intelligente Personen mehr unterschiedliche Worte gebrauchen, also höhere Texttemperatur und mehr Information realisieren als weniger intelligente.

Dieses Resultat steht in Übereinstimmung zu den Ergebnissen früherer Untersuchungen in denen Beziehungen zwischen den sog. Diversifikationskoeffizienten (Anzahl der verschiedenen zur Gesamtzahl der gebrauchten Wörter) und der Intelligenz hergestellt wurden (v.CUBE, 1968; HOFSTÄTTER, 1957).

Eine Vielzahl von informationstheoretisch-psychologischen Forschungsarbeiten befaßt sich mit sprachlichem Material.

Da verschiedene Autoren die Auffassung verteten, daß ein "verbal factor" zu den relevanten Konstituenten des Konstruktes Intelligenz zu zählen sei, sollen hier - ohne Anspruch auf Vollständigkeit - die wesentlichen Resultate aus diesem Bereich genannt werden:

- sprachliches Material hoher Verkettungsordnung wird rascher erkannt
- sprachliches Material hoher Verkettungsordnung wird besser behalten
- häufige Buchstaben und Wörter werden im allgemeinen visuell und akustisch rascher wahrgenommen.

(siehe GARNER, 1962; LANGER, 1962; ATTNEAVE, 1965; u.a.)

LEHRL (1980) unternahm den Versuch, drei psychologische Grundkonzeptionen zu integrieren:

"Persönlichkeitsentwicklung nach TOMAN, Informationstheorie nach FRANK, HUSSY und SCHELLER, sowie Intelligenzgeneralfaktoren nach CATTELL und HORN".

TOMAN faßt die Persönlichkeitsentwicklung ihrem Wesen nach als eine Entwicklung der Motive einer Person auf.

Die Studie von LEHRL demonstriert exemplarisch die weitgefächerten Nutzungsmöglichkeiten informationstheoretischer Sichtweise und Methodik.

In diesem Zusammenhang erscheint mir der Hinweis auf eine Möglichkeit, motivationale Größen mit Informationsvariablen in Verbindung zu bringen, von besonderer Bedeutung - gerade wegen der grundlegenden Interdependenz von Leistungen, z.B. Informationsverarbeitungsleistungen, und motivationalen Komponenten.

Das Konstrukt G e d ä c h t n i s war häufig gemeinsamer Gegenstand einer Reihe von empirischen Ansätzen in der Intelligenzforschung und in der informationstheoretisch orientierten Psychologie.

Aus informationstheoretischer Sicht stellt das Gedächtnis einen Informationsspeicher dar.

Die meisten Autoren differenzieren zwischen drei verschiedenen Speichern, die sich bezüglich Zuflußkapazität, Speicherdauer und Speicherkapazität unterscheiden:

- a) Der Kurzspeicher nimmt Information aus der Umwelt mittels der Sinnesorgane und aus den anderen beiden Speichern auf. Sie kann hier für die "Gegenwartsdauer" im Bewußtsein bleiben.
Die Zuflußkapazität des Kurzspeichers wird zwischen 10 und 20 bit/sec. (für optische und akustische Wahrnehmung),
die Speicherdauer (Gegenwartsdauer) zwischen 6 und 10 sec. und
die Speicherkapazität zwischen 100 und 160 bit angesetzt.
- b) Der mittelfristige Speicher, auch Kurzgedächtnis genannt, empfängt Information aus dem Kurzspeicher. Seine Zuflußkapazität wird auf 0,3 bis 1,5 bit/sec., seine Speicherdauer auf 5 min. bis zu mehreren Tagen und
seine Speicherkapazität auf 10^3 bis 10^4 bit geschätzt.
- c) Der Langzeitspeicher, auch als vorbewußtes oder Dauergedächtnis bezeichnet, nimmt Information aus mittelfristigen Speicher auf.
Für ihn wird eine Zuflußkapazität von 0,03 bis 0,7 bit/sec.
eine Speicherdauer von Tagen bis zu Jahrzehnten

sowie eine Speicherkapazität von 10^5 bis 10^7 bit angenommen.

(FRANK, 1969; RIEDEL, 1967a; TRINKER, 1970)

Einen Überblick über Arbeiten, die Beziehungen zwischen informationstheoretischen Parametern und Gedächtnisleistungen zum Thema haben, geben u.a. GARNER (1962) und RIEDEL (1967a,b).

Ein besonderes Interesse gilt dem "Kurzspeicher", "an dessen Bedeutung für Intelligenzleistungen kaum noch gezweifelt werden kann" (Lehrl, 1980, S. 92).

Mit der Beziehung zwischen Dimensionen des sog. Kurzspeichers und Intelligenzindizes befaßten sich u.a. Untersuchungen von Lehrl (1974), de Groot (1974), Lehrl, Straub, Straub (1975), Lehrl (1979) und Lehrl, Gallwitz, Blaha (1978).

3. Resumé aus den bisher vorliegenden informationstheoretischen Ansätzen in der Intelligenzforschung

Es existieren mehrere informationstheoretische Ansätze zur theoretischen Fassung des Konstruktes Intelligenz.

Zwischen diesen oben beschriebenen Ansätzen bestehen Gemeinsamkeiten wie auch Unterschiede.

Es liegt eine bescheidene - verglichen mit Untersuchungen in anderen Bereichen psychologischer Forschung äußerst geringe - Anzahl von empirischen Arbeiten vor, die Beziehungen zwischen informationstheoretischen Variablen und "konventionellen" Intelligenzindizes zum Thema haben.

Fast alle dieser Untersuchungen beschränken sich auf die Erfassung nur weniger Variablen.

Es gibt so gut wie keine Kontrolluntersuchungen, was zur Folge hat, daß diese Untersuchungsergebnisse nur in einem relativ beschränkten Bedingungssatz gelten und nur in geringem Maß und mit großer Vorsicht verallgemeinert werden können.

Ein empirisch gesichertes, umfassendes Intelligenzmodell auf informationstheoretischer Grundlage steht gegenwärtig nicht zur Verfügung.

Als gesichert darf gelten: Der menschliche Organismus kann als ein informationsverarbeitendes System (in dem weiter oben dargelegten Sinne), dessen Leistungsfähigkeit nach Quantität und Qualität interindividuell variiert, aufgefaßt werden.

Nach Wissen des Autors ist bis heute kein systematischer Versuch unternommen worden, informationstheoretische Methoden auf das Material konventioneller Intelligenztests zu applizieren - mit dem Ziele dieses einer Analyse unter informationstheoretischen Aspekten zu unterziehen.

Ebenso fehlt bisher ein systematischer Vergleich zwischen den Methoden der klassischen Testtheorie und entsprechenden Methoden, die die Informationstheorie anzubieten hat.

INFORMATIONSTHEORIE UND
INTELLIGENZFORSCHUNG -
GEGENWÄRTIGE SITUATION

Ausgangspunkt der vorstehenden Überlegungen war die Feststellung, daß zentrales Thema der Psychologie das menschliche Verhalten und seine Bedingungen sind.

Gelänge es, das Konstrukt Verhalten, so wie einleitend theoretisch dargestellt, mit Hilfe des informationstheoretischen Konzeptes auch praktisch in den Griff zu bekommen, d.h. operational zu definieren, wäre dies ein entscheidender Fortschritt.

Der hier intendierte Versuch, diesem Ziel näher zu kommen, konzentriert sich auf das intelligente Verhalten als einen Ausschnitt menschlichen Verhaltens in seiner Gesamtheit. Intelligentes Verhalten sei (hier) operationalisiert als Verhalten in Intelligenztestsituationen.

Zum Thema Intelligenz liegt bereits eine sehr große Anzahl von Untersuchungen vor. Dieser Umstand kann als Index für die große Bedeutung, die man dem Konstrukt Intelligenz zumißt, und für das Interesse an ihm gewertet werden.

Bislang existiert kein anerkanntes Modell der Intelligenz. Trotzdem wird "Intelligenz" in vielen Bereichen "gemessen", "trainiert", "ausgeschöpft" - "Beeinträchtigungen festgestellt" usf. Bemühungen um eine weitere Klärung des Konstruktes Intelligenz erscheinen daher sinnvoll und notwendig.

Für einen Versuch, die Anwendung des informationstheoretischen Konzeptes auf menschliches Verhalten exemplarisch am intelligenten Verhalten zu demonstrieren, spricht auch, daß die bereits verfügbaren umfangreichen Forschungsergebnisse zum Thema Intelligenz eine bessere Einordnung und Wertung der neuen Untersuchungsergebnisse erwarten lassen.

Die Sichtung bisheriger informationstheoretischer Ansätze in der Intelligenzforschung ergab folgendes Bild:

Es existieren mehrere globale theoretische Ansätze, die versuchen, informationstheoretische Konzepte auf Probleme der Intelligenzforschung zu übertragen, nebeneinander.

Ihnen allen fehlt eine befriedigende Operationalisierung und entsprechende empirische Überprüfung.

Empirische Ansätze griffen meist nur Einzelaspekte auf; ein breiter angelegter Versuch, gebräuchliche Intelligenztestitems informationstheoretisch zu beschreiben, steht aus. Die systematische Erprobung der theoretisch ableitbaren Möglichkeit, aus informationstheoretisch bestimmten Testreiz und Testantwort auf den entsprechenden Intelligenzprozeß zu schließen, unterblieb bislang.

Generell ist festzustellen, daß die Möglichkeiten des informationstheoretischen Konzeptes einschließlich seiner Methoden für die Intelligenzforschung noch nicht hinreichend abgeklärt und gegebenenfalls genutzt sind.

Ziel der Untersuchung

=====

Die eben dargelegten Fakten besagen, daß es sinnvoll und notwendig ist, weiter abzuklären, inwieweit und inwiefern die Informationstheorie einen relevanten Beitrag zur Intelligenzforschung als einem wichtigen Sektor der Verhaltensforschung generell leisten kann.

In der vorliegenden Untersuchung sollen daher Möglichkeiten aufgezeigt, erprobt und genutzt werden, die das informationstheoretische Konzept in bezug auf die theoretische und praktische Differenzierung und Handhabung des Konstruktes "Intelligenz" bietet.

Im Hinblick auf diese umfassende Zielsetzung werden an entsprechender Stelle konkrete Hypothesen formuliert werden.

Ein wesentliches Interesse der Arbeit wird auch den Schwierigkeiten und Grenzen des informationstheoretischen Ansatzes allgemein und bei dieser Untersuchung im besonderen gelten.

Für das theoretische und praktische Vorgehen sollen folgende Ausgangskriterien gelten:

- Es soll ein allgemein anerkanntes informationstheoretisches Konzept Verwendung finden; auch wenn es sich dabei - in Konsequenz dieser Auflage - um ein relativ allgemein gefaßtes Konzept handeln muß.
- Es soll ein operational formuliertes Konzept sein. Das heißt: es muß empirisch prüfbar, die einzelnen Bausteine empirisch definierbar sein.
- Der Ansatz soll alle relevanten Hauptkategorien von Informationsverarbeitung einbeziehen und
- es soll das ganze Intelligenzspektrum, repräsentiert durch die wichtigsten Faktoren, angesprochen werden.

Intelligentes Verhalten, auf das in dieser Untersuchung abgehoben wird, soll stellvertretend für die gesamte umfangreiche Palette menschlichen Verhaltens stehen.

"Intelligentes Verhalten" sei hier nochmals eingegrenzt auf den wissenschaftlich untersuchten Ausschnitt davon und operational als Verhalten in Intelligenztests definiert.

Entwicklung des experimentellen Konzeptes

=====

Hinführende Diskussion

Ein wesentlicher Vorzug dieser informationstheoretischen Betrachtungsweise liegt darin begründet, daß ihre drei Hauptaspekte - Informationsangebot, Informationsabgabe und die Relation zwischen beiden - und damit auch ihre psychologischen Entsprechungen, zumindest im Prinzip, informationstheoretisch exakt quantifizierbar sind.

Bemerkenswert ist dabei, daß Informationsangebot und Informationsabgabe mittels derselben Termini definiert werden können.

In dieses Gerüst eines allgemeinen informationstheoretischen Konzeptes individuellen Verhaltens läßt sich auch das sogenannte 'intelligente Verhalten' integrieren.

Testmaterial bzw. Problemsituation werden als Informationsangebot,

Testreaktion bzw. Verhalten in der Problemsituation werden als Informationsrealisation (genauer: abgegebene Information) sowie

Intelligenzprozesse und -fähigkeiten werden als Informationsverarbeitung und Verarbeitungsmöglichkeiten in der Relation zwischen Informationsangebot und -abgabe operational definierbar und quantifizierbar.

Hiermit sind zum einen die 3 Hauptzielpunkte psychologischer Intelligenzforschung angesprochen:

- Aufgabenstellungen, an denen sich intelligentes Verhalten manifestieren kann;
- Verhaltensäußerungen, die als Resultat von Intelligenzprozessen bzw. als Hinweis auf Intelligenzfähigkeiten gelten;
- hypostasierte Intelligenzprozesse und Intelligenzfähigkeiten.

Gleichzeitig sind die 3 informationstheoretischen Analoga

- Informationsangebot,
 - Informationsverarbeitung und Eigenschaften des informationsverarbeitenden Systems,
 - Informationsabgabe (= abgegebene Information)
- erfaßt und einbezogen.

In diesem Modell werden Intelligenzprozesse als Informationsverarbeitungsprozesse definiert.

Nach Oswald (1976) wirken in derartigen Prozessen folgende Komponenten zusammen:

- Informationsaufnahme
- Informations-Speicherung
- Informations-Reduktion
- Informations-Kreation
- Informationsabgabe

Informationsaufnahme, -speicherung und -abgabe können bei fehlerhafter Funktion auch Informationsreduktion bzw. -kreation bewirken. Und auch für fehlerfreie Funktion muß eine wechselseitige Beeinflussung aller 5 Komponenten angenommen werden. Dieser Komplex von Wechselwirkungen erschwert eine operationale Fassung der Einzelkomponenten sicher erheblich.

Versucht man Informationsverarbeitungsprozesse in ihrer Gesamtheit von den möglichen Resultaten her zu beschreiben, so genügen 3 Kategorien:

- Informations-Konservation
- Informations-Reduktion
- Informations-Kreation

Posner (1964) verwendet sie als Grundelemente seiner Taxonomie von "information-processing tasks".

Diese 3 Termini zählen zwar funktional betrachtet zu den 5 von Oswald benannten Prozeßkomponenten; sie sind jedoch geeignet, die Gesamtergebnisse, die aus den 5 Prozeßkomponenten in ihrer Wechselwirkung hervorgehen können, hinreichend zu beschreiben.

Wie bereits oben ausgeführt wurde, können Resultate von Intelligenz- bzw. Informationsverarbeitungsprozessen als 'realisierte Information bezogen auf die angebotene Information' direkt erfaßt werden.

Ausgangspunkt für einen empirisch fundierten, theoretischen Ansatz müssen daher die direkt erfaßbaren Resultate sein, nicht die hypothetischen Prozesse.

Unter diesem Gesichtspunkt sind die 3 Kategorien von Informationsverarbeitungsresultaten als der direkten Beobachtung zugänglich als Ausgangsbasis geeignet. Diese Grundlage soll Rückschlüsse auf die im System - hier: in einer Person - wirksamen Informationsverarbeitungsprozesse ermöglichen. Somit ist der direkte Bezug zwischen empirisch beobachtbaren Daten und hypothetischen Konstrukten gewährleistet. Sollte sich jedoch zeigen, daß zusätzliche Annahmen unerläßlich sind, so ist Raum dafür gegeben, z.B. wenn innerhalb einer Prozeßkategorie separate Einzelprozesse oder sich wechselseitig beeinflussende Einzelprozesse einzuordnen wären.

Trifft die Modellannahme 'Intelligenzprozesse sind Informationsverarbeitungsprozesse' zu, so sollten sich die hypothesierten Hauptgruppen von Informationsverarbeitungsleistungen und -prozessen auch im Spektrum der traditionellen Intelligenzleistungen und -prozesse wiederfinden.

Zur Klärung der Modellannahme 'Intelligenzprozesse sind Informationsverarbeitungsprozesse' bieten sich 2 Vorgehensweisen an. Sie unterscheiden sich durch die Reihenfolge der explorativen Schritte:

- a) Ausgangspunkt ist das traditionelle Intelligenzkonzept:
Auswahl einer geeigneten, möglichst repräsentativen Stichprobe von Intelligenzaufgaben;
Applikation der Itematterie bei einer geeigneten Personenstichprobe, um ein Abbild der (Haupt-) Struktur konventioneller Intelligenzleistungen zu erhalten;

intelligenztheoretische Interpretation der Leistungsstruktur.

Dieser an der traditionellen Intelligenzforschung ausgerichtete Ansatz wird dem informationstheoretischen Ansatz gegenübergestellt.

Es wird geprüft, inwieweit in der Stichprobe von Intelligenzitems die Haupttypen von Informationsverarbeitungsaufgaben vertreten sind und

inwieweit in der resultierenden Leistungsstruktur die Grundarten von Informationsverarbeitung hinreichend erfaßt sind.

- b) Ausgangspunkt ist das informationstheoretische Konzept: Konstitution einer Stichprobe der Haupttypen von Informationsverarbeitungsaufgaben;
Bearbeitung dieser Itembatterie durch eine geeignete Versuchsgruppe, um ein Muster der Grundarten von Informationsverarbeitungsleistungen zu bekommen;
informationstheoretische Interpretation der Leistungsstruktur.

Dieser informationstheoretisch fundierte Ansatz wird mit dem traditionellen, intelligenztheoretischen Ansatz konfrontiert.

Es wird untersucht, inwieweit in der Auswahl von Informationsaufgaben die Grundformen von Intelligenzitems enthalten sind und

inwieweit in der vorliegenden Leistungsstruktur die Hauptdimensionen intelligenten Verhaltens (wenigstens in ihren Grundzügen) hinreichend abgebildet sind.

Konsequenzen hieraus für das praktische Vorgehen sollen im folgenden beschrieben werden.

Ad a) Übertragung von informationstheoretischen Konzepten und Methoden auf eine möglichst repräsentative Auswahl von Intelligenztestitems

Die Umsetzung dieser Thematik in einen empirischen Untersuchungsplan könnte ausgehend von einer konventionellen Intelligenzkonzeption wie folgt aussehen:

Zunächst ist eine spezifische Auswahl von Intelligenztestitems zusammenzustellen, mit deren Hilfe es möglich ist, alle wesentlichen derzeit bekannten Aspekte des hypothetischen Konstruktes Intelligenz hinlänglich zu erfassen.

Als Ausgangsbasis hierfür bieten sich die Untersuchungsergebnisse von Jäger (1967) an. Falls erforderlich können ergänzend die Itempools von Kirst (1970) und Ott (1971) herangezogen werden.

Die auf dieser Grundlage erstellte Itemstichprobe ist um Aufgabenvariationen zu erweitern, von denen zusätzliche Informationen für die spätere informationstheoretische Interpretation oder bezüglich möglicherweise informationstheoretisch nicht faßbarer Effekte zu erwarten sind.

Durch das Kriterium der ökonomischen Realisierbarkeit werden einerseits dem Umfang an zusätzlichen Variationen Grenzen gesetzt, wird andererseits die Art der Testdarbietung mitbestimmt. Letzteres bedeutet: Wegen der Größe der Testbatterie sind Applikation als Gruppentest und enge Zeitlimitierung der Einzelaufgaben erforderlich.

Auch sollen die finanziellen Aufwendungen für das Testmaterial ein vertretbares Maß nicht überschreiten (vgl. Mosaik-Testmaterial für Gruppentest).

Die so gewonnene Testbatterie wird einer nach Anzahl, Durchschnittsalter und Intelligenzniveau geeigneten Stichproben von Normal-Personen vorgelegt.

Die Testdurchführung erfolgt anhand der vorgesehenen Instruktionen unter Berücksichtigung der o.g. einheitlichen Zeitlimitierung. Die Auswertung geschieht auf Grund des Kriteriums 'richtig/falsch'. Jede Versuchsperson erhält also bei jedem Item eine Maßzahl, die sich aus der Anzahl der richtigen und falschen Reaktionen nach einem einheitlichen Prinzip ergibt.

Diese Daten werden nach den in der konventionellen Intelligenzforschung üblichen Verfahren statistisch aufbereitet: Mittelwerte, Streuungen, Interkorrelationen zwischen allen Variablen und Faktorenanalysen über alle Variablen werden bestimmt.

Die resultierenden statistischen Kennwerte, besonders die Faktorenstruktur, sollten in den Grundzügen mit den von Jäger aufgewiesenen Befunden übereinstimmen.

Anhand der Ergebnisse wird entschieden, welche der zusätzlichen Itemvariationen Effekte zeitigten. Es ist nicht auszuschließen, daß ein Teil der Zusatzvariationen auf Grund dieser Auswertung als irrelevant für die jeweils intendierten Fragestellungen ausgeschieden werden kann.

In diesem Falle wären die Daten der verbleibenden Aufgaben einer neuerlichen Faktorenanalyse zu unterziehen.

Das gesamte Untersuchungsergebnis, insbesondere die hervorgetretene Faktorenstruktur wird im Sinne herkömmlicher Intelligenzforschung interpretiert. Es bietet sich an, diese Interpretation in Anlehnung an Jäger (1967) vorzunehmen.

Somit steht nun ein ausreichend repräsentatives Beispiel für die Befunde traditioneller Intelligenzforschung zur Verfügung.

Die Intention dieser Untersuchung ist es, zu versuchen, diese Befunde informationstheoretisch zu beschreiben und zu interpretieren. Anders: Es soll exemplarisch gezeigt werden, wie auf Ergebnisse herkömmlicher Intelligenzforschung informationstheoretische Konzepte und Methoden sinnvoll angewendet werden können.

Die Realisierung dieses Vorhabens kann in drei Schritte aufgeteilt werden.

Schritt 1:

Jedes Intelligenztestitem stellt aus informationstheoretischer Sicht ein Informationsangebot an den Probanden dar. Dieses Informationsangebot soll die Versuchsperson entsprechend der Testinstruktion in spezifischer Weise verarbeiten.

Das Ergebnis dieses Informationsverarbeitungsprozesses gibt der Proband entsprechend der Anweisung wieder als Information an die Umwelt ab.

Als erstes soll daher versucht werden, jedes der in die Untersuchung einbezogenen Items anhand seines spezifischen Informationsangebotes, der durch die Instruktion geforderten besonderen Art der Informationsverarbeitung (sie kann verschiedene Arbeitsschritte umfassen) und der spezifischen Informationsabgabe zu beschreiben (vgl. Posners Kategorien).

Es geht hier also vor allem um eine qualitative Definition. Diese informationstheoretische Charakteristik der einzelnen Aufgaben wird zu den vorhandenen 'traditionellen' Befunden in Beziehung gesetzt und mit ihnen verglichen. (z.B.: Weisen Items mit gleicher informationstheoretischer Charakteristik gleiche Faktorenladungen auf?)

Schritt 2:

Einer der wesentlichen Vorzüge des informationstheoretischen Konzeptes besteht darin, daß es gestattet, mit Hilfe entsprechender rechnerischer Methoden Informationsangebot, Informationsrealisation und die Relation zwischen beiden exakt zu quantifizieren.

Deshalb soll als zweites versucht werden, die informationstheoretischen Charakteristika der Aufgaben dergestalt zu präzisieren, daß jedes Item hinsichtlich seines Informationsangebotes an den Probanden, der von diesem verlangten Informationsrealisation sowie der geforderten Informationsverarbeitung (definierbar als Relation zwischen Angebot und Abgabe) quantitativ definiert wird.

Konkret bedeutet dies: Für jedes Item sind Informationsgehalt des Testreizes, Informationsgehalt der 'richtigen' Testreaktion und die Relation zwischen diesen beiden Daten zu berechnen.

Eine erste Überprüfung per inspectionem ergibt aber bereits, daß eine Reihe der für Jägers "Dimensionen der Intelligenz" repräsentativen Aufgaben sich nur unter großem methodischen Aufwand informationstheoretisch quantifizieren lassen.

(Problematische Punkte sind z.B.: sinnvolle Aufgliederung von Bildreizen in Einzelelemente; Feststellung bzw. Festlegung des Umfangs der Grundgesamtheiten usf.)

Um den Aufwand für diesen zweiten Schritt einen vertretbaren Rahmen nicht überschreiten zu lassen, wird es daher unvermeidlich sein, Testvariablen, deren quantitativ-informationstheoretische Bestimmung zu unökonomisch wäre, durch andere zu ersetzen. Diese Ersatz-Items sollten informationstheoretisch definierbar sein, gleichzeitig aber die ursprünglich vorgesehenen Aufgaben auch innerhalb der Faktorenstruktur vertreten können.

Infolgedessen wird sich auch die Liste der endgültig in das Untersuchungsergebnis eingehenden Variablen nochmals ändern. Das Itemrepertoire muß vorher noch einmal faktorenanalytisch überprüft und die neu hinzugekommenen Einzel-Aufgaben informationstheoretisch charakterisiert (s. Schritt 1) werden.

Die Resultate der quantitativ-informationstheoretischen Erfassung aller Items wird wiederum den 'traditionellen' Befunden und deren Interpretationen gegenübergestellt. (z.B.: Hat die spezifische Beziehung zwischen Informationsangebot und Informationsabgabe bei einem Item seine Entsprechung in einer besonderen Position in der Faktorenstruktur?)

Der essentielle Zusammenhang zwischen qualitativer und quantitativer Definition einer Aufgabe wird noch am konkreten Beispiel deutlich werden.

Schritt 3:

Die im vorangegangenen Abschnitt besprochene quantitative Charakteristik von Items, auch die Definition der geforderten Informationsabgabe, ist völlig unabhängig von irgendeiner Stichprobe von Versuchspersonen.

Als drittes sollen nunmehr die tatsächlichen Testreaktionen der in die Untersuchung einbezogenen Personenstichprobe informationstheoretisch quantifiziert werden. Das heißt konkret: Testreaktion als Informationsabgabe und diese Informationsabgabe bezogen auf die Testvorlage als Informationsangebot, wie sie durch die Versuchspersonen realisiert werden, werden für jede Aufgabe in "bit" ausgedrückt.

Es wird also die Testleistung, d.h. bestimmte Reaktionen einer Personengruppe als Informationsverarbeitungsleistung bzw. Informationsrealisation als Größe erfaßt:

Individuelle Testreaktion wird in Beziehung gesetzt zu den quantitativ-informationstheoretischen Eigenschaften der Testaufgabe.

Die Resultate dieser Transformation werden zu den Ergebnissen der in den beiden ersten Schritten vorgenommenen Operationen sowie der 'konventionellen' Befunden in Beziehung gesetzt.

Es soll versucht werden, ein vorläufiges Resumée aus den Vergleichen informationstheoretischer Betrachtungsweise und konventioneller Betrachtungsweise einer repräsentativen Auswahl von Intelligenz-Items zu ziehen.

Den Abschluß der Untersuchung soll eine kritische Diskussion von Schwierigkeiten und Begrenzungen eines derartigen Untersuchungsansatzes sowie von Vorschlägen für weiterführende Experimente bilden.

Ad b) Übertragung konventioneller intelligenztheoretischer
Konzeption und Methodik auf eine möglichst repräsen-
tative Auswahl von Informationsverarbeitungsaufgaben

Ausgehend von der Arbeitshypothese, daß Intelligenzleistungen eine spezielle Art von Informationsverarbeitungsleistungen sind, bietet sich ein zweiter Untersuchungsansatz an.

Es soll der Versuch gemacht werden, eine repräsentative Auswahl von Aufgaben zur Erfassung von Informationsverarbeitungsleistungen zusammenzustellen. 'Repräsentativ' bedeutet in diesem Zusammenhang, daß die wesentlichen Typen von Informationsverarbeitung angesprochen werden.

Es gilt nachzuweisen, daß solch eine repräsentative Auswahl von Items zur Erfassung von Informationsverarbeitungsleistungen das Spektrum der Intelligenzleistungen bzw. Intelligenzfaktoren traditioneller Sichtweise abdecken kann, also umgekehrt auch alle Grundformen von Intelligenzleistungen in dieser Stichprobe von Informationsverarbeitungsleistungen enthalten sind.

Betrachtet man intelligentes Verhalten unter dem Gesichtspunkt der Komplexität, so ist es den komplexen, aus einer Anzahl von Verhaltenselementen zusammengesetzten Verhaltensphänomenen zuzuordnen. Analog zählen die zugrunde liegenden Intelligenzprozesse zu den komplexen menschlichen Funktionen. Aus informationstheoretischer Sicht sind dementsprechend Intelligenzleistungen komplexe Informationsverarbeitungsleistungen. Es kann daher angenommen werden, daß ein Spektrum komplexer Verhaltensäußerungen, wie es die Intelligenzleistungen darstellen, ein Spektrum komplexer Informationsverarbeitungsleistungen repräsentiert, in dem die verschiedenen Typen von Informationsverarbeitung teils einzeln, teils kombiniert vertreten sind.

Unter dieser Voraussetzung kann das experimentelle Vorgehen folgendermaßen modifiziert werden:

Die benötigte Stichprobe der wesentlichen Typen von Informationsverarbeitung wird dem Fundus konventioneller Intelligenzitems entnommen.

Die Beschränkung auf Intelligenzitems ist angebracht, denn ohne sie würden auch Informationsverarbeitungsaufgaben mit-
ausgewählt, welche für die Frage, ob Intelligenzleistungen eine spezifische Art von Informationsverarbeitungsleistung sind, keinen Aufschluß versprechen (z.B. kann auch taktile Differenzierung als Informationsverarbeitung gesehen werden).

Die Berechtigung der Annahme, daß alle wesentlichen Arten von Informationsverarbeitung im Gesamtbereich konventioneller Intelligenzleistungen vertreten sind, wird gleichzeitig - auch 'sicherheitshalber' - damit auch empirisch geprüft. Auf diese Weise wird methodische und ökonomische Vereinfachung des Vorgehens erreicht, die seiner Realisierbarkeit zugute kommt.

Auf dieser Grundlage läßt sich folgender globale Untersuchungsplan entwickeln:

Nach Posner (1964) können drei Hauptgruppen von Informationsverarbeitung und dementsprechend auch drei Kategorien von Testaufgaben unterschieden werden:

- Informationserhaltung,
hierzu zählen Informationsübertragung, Informationstransformation, Informations-Speicherung;
- Informations-Reduktion;
- Informations-Kreation.

(vgl. S. 56)

Neben 'reinen' Aufgaben, die nur einer dieser Gruppen zuzuordnen sind, gibt es jedoch auch vor allem komplexere Items, die mehr oder weniger umfangreiche Kombinationen dieser drei Kategorien darstellen.

Im Interesse klarer und exemplarischer Interpretationsmöglichkeiten soll der Versuchsplan eine explizite Beschränkung auf Items, welche 'reine' Vertreter bzw. 'einfache' Kombinationen der drei Hauptkategorien darstellen, einhalten. Dieses Vorgehen steht auch in Einklang mit dem für diese Arbeit intendierten Modellcharakter.

Auf der Basis von Posners Taxonomie ist eine repräsentative Stichprobe von Items zur Erfassung der Informationsverarbeitungsleistung zu konstituieren.

Als Selektionsfundus dient, wie oben besprochen, das breite Spektrum konventioneller Intelligenzitems (vgl. z.B. Itempool bei Jäger 1967).

In einem nächsten Schritt sollen die ausgewählten Aufgaben informationstheoretisch definiert werden. Das heißt: für jedes Item ist der Informationsgehalt von Testreiz und geforderter Testreaktion, sowie von der Relation zwischen beiden in "bit" anzugeben.

Hiermit ist ein weiteres Selektionskriterium gegeben. Sehr wahrscheinlich nämlich ließe sich ein gewisser Anteil der vorgesehenen Aufgaben nur mit unverhältnismäßig großem methodischen Aufwand informationstheoretisch quantifizieren.

Da es nicht Ziel der Arbeit ist, die informationstheoretischen Quantifizierungsmethoden für spezifische Aufgabenstellungen weiterzuentwickeln, und da aber andererseits gerade die informationstheoretische Quantifizierbarkeit von Testmaterial einer der wesentlichen Vorzüge des informationstheoretischen Konzeptes ist, wird der Auswahlprozeß entsprechend modifiziert. Das heißt: es werden nur Informationsverarbeitungsaufgaben aufgenommen, die neben den obengenannten Kriterien auch das Kriterium erfüllen, daß sie unter vertretbarem methodischen Aufwand informationstheoretisch quantifizierbar sind.

Nach Abschluß dieses Untersuchungsabschnittes sollte eine Beantwortung der Frage, ob sich die Hauptkategorien von Informationsverarbeitungsitems im Spektrum der Intelligenzaufgaben wiederfinden, möglich sein.

Die nun zur Verfügung stehende Auswahl an 'informationstheoretisch quantifizierbaren Informationsverarbeitungsaufgaben aus einem Fundus konventioneller Intelligenzitems' wird einer geeigneten Personengruppe zur Bearbeitung vorgelegt. Die gewonnenen Daten werden statistisch aufbereitet und einer Faktorenanalyse unterzogen, um weitere Aufschlüsse über die Struktur der Itemstichprobe zu erhalten. Die Ergebnisse sind aus informationstheoretischer Sicht zu interpretieren und einzuordnen.

Daran anschließend soll die auf einer Batterie von Informationsverarbeitungsaufgaben basierende Leistungsstruktur daraufhin geprüft werden, ob sie die nach herkömmlicher Sichtweise wesentlichen Dimensionen des Konstruktes Intelligenz repräsentiert und in diesem Sinne befriedigend erklärbar ist.

Die Tatsache, daß die Informationsverarbeitungsaufgaben dem Spektrum von Intelligenzitems entnommen wurden, legt nicht fest, daß in dieser Itemstichprobe die Repräsentation der Intelligenzleistungsstruktur erhalten bleibt.

Analog dem vorgehend beschreibenden Ansatz sollte ein Vergleich der informationstheoretischen und der konventionellen intelligenztheoretischen Betrachtungsweise am konkreten Datenmaterial möglich werden.

Integration beider Untersuchungsansätze

Den Ausgangspunkt bildete die Annahme, daß Intelligenzleistungen spezielle Arten von Informationsverarbeitungsleistungen sind. Abrißweise wurden zwei Wege aufgezeigt, auf denen sich diese Hypothese näher prüfen läßt:

- Der erste Ansatz geht von einer repräsentativen Auswahl von Intelligenzaufgaben aus. Die Items werden den Versuchspersonen zur Bearbeitung vorgelegt, die Daten statistisch aufbereitet und faktorenanalytisch verarbeitet.

Nun wird versucht, auf diese Itemgruppe das informationstheoretische Konzept anzuwenden. Das heißt: Die Items werden in eine Taxonomie der Informationsverarbeitung eingeordnet und (soweit möglich) informationstheoretisch quantifiziert.

Die Ergebnisse sollen in bezug auf die Ausgangshypothese interpretiert werden.

- Der zweite Ansatz erfordert ein sozusagen 'umgekehrtes' Vorgehen. Eine informationstheoretisch quantifizierbare, repräsentative Auswahl von Items zur Erfassung der menschlichen Informationsverarbeitung (nach Posner, 1964) wird erstellt. Für diese Selektion wird auf Intelligenzitems zurückgegriffen.

Die resultierende Itemgruppe wird Versuchspersonen vorgelegt, die Daten ausgewertet und, besonders bezüglich ihrer Dimensionalität, einer repräsentativen Auswahl von Intelligenzitems vergleichend gegenübergestellt.

Ein genauerer Vergleich der beiden Untersuchungsansätze bezüglich der im einzelnen vorgesehenen Schritte und Operationen ergibt deutliche Übereinstimmungen:

- Eine Itemstichprobe wird aus intelligenztheoretischer Sicht charakterisiert.

- Dieselbe Aufgabengruppe wird auch vom informationstheoretischen Standpunkt aus definiert - sowohl 'qualitativ' als auch 'quantitativ'. D.h.: Die Items werden informations-theoretisch beschrieben und quantifiziert.
- Diese Aufgabenbatterie wird einer geeigneten Stichprobe von Probanden zur Bearbeitung appliziert.
- Anhand der Rohdaten lassen sich Intelligenzindizes und Indizes für Informationsverarbeitungsleistung erstellen.
- Die gewonnenen Daten werden statistisch verarbeitet.
- Die Auswertungsergebnisse werden aus intelligenztheoretischer und aus informationstheoretischer Sicht analysiert und beide Perspektiven einander gegenübergestellt.

Die Unterschiede beider experimenteller Vorgehensweisen liegen vor allem in der Reihenfolge der Einzelschritte. Die wesentliche Abweichung liegt bei den Auswahlkriterien für das Aufgabenmaterial. Untersuchungsansatz a) geht von einer repräsentativen Stichprobe von Intelligenzitems aus; Ansatz b) fordert eine repräsentative Auswahl der Grundarten von Informationsverarbeitungsaufgaben.

Eine Integration beider Vorgehensweisen als grobes Gerüst dargestellt, kann wie folgt aussehen:

Auswahl eines Spektrum von Testitems, das folgenden

3 Kriterien genügt:

- Repräsentativität für Aufgaben zur Erfassung von Intelligenzleistungen
- Repräsentativität für Aufgaben zur Erfassung von Informationsverarbeitungsleistungen
- Informationstheoretische Quantifizierbarkeit der einzelnen Testitems.

Entsprechend diesen 3 Selektionskriterien ist eine Analyse der in Frage kommenden Items unter drei Aspekten notwendig:

- Analyse bezüglich der verschiedenen Intelligenzleistungen, die die Items erfassen sollen
- Analyse bezüglich der verschiedenen Informationsverarbeitungsleistungen, welche die Items erfassen sollen
- Analyse bezüglich der Möglichkeit und der Resultate einer informationstheoretischen Quantifizierung für die einzelnen Items.

Diese Gruppe von Items wird einer Versuchspersonenstichprobe zur Bearbeitung vorgelegt. Die hieraus resultierenden Daten werden konventionell ausgewertet, sodaß jede Versuchsperson für jedes Item einen entsprechenden Rohpunktwert erhält.

Alle Items werden nun bezüglich ihrer Rohwerte interkorreliert.

Es wird eine Faktorenanalyse durchgeführt, um die Grundstrukturen des gesamten Beziehungsgeflechtes hervorzuheben.

Die Rohwerte werden zusätzlich in informationstheoretische Werte transformiert. D.h.: jede Testreaktion wird als abgegebene Information aufgefaßt und deren Betrag in "bit" ausgewiesen.

Diese 'abgegebene Information' wird jeweils zur in dem betreffenden Item angebotenen Information in Beziehung gesetzt. Hierzu muß auch das Informationsangebot, der Testreiz in "bit" umgesetzt werden.

Die Interpretation der Untersuchungsergebnisse soll anhand von Hypothesen, die sich mittels dieses Untersuchungsansatzes prüfen lassen, erfolgen.

Modellcharakter des Untersuchungsansatzes - Eingrenzung des Zielbereichs der Hypothesen

Der Untersuchungsansatz soll eine vergleichsweise breite Basis erhalten. (vgl. Abschnitt 'Erstellung der Hypothesen', S. 75f.) Er soll die wesentlichen traditionellen Intelligenzdimensionen und die wesentlichen Informationsverarbeitungskategorien umfassen. Eine vollständige experimentelle Repräsentation der Konstrukte 'Intelligenz' und 'Informationsverarbeitung' würde aber einen immensen experimentellen Aufwand voraussetzen, der den hier realisierbaren Rahmen bei weitem übersteigen würde.

Um das beschriebene experimentelle Vorhaben trotzdem verwirklichen zu können, wird ihm explizit Modellform gegeben: in der Untersuchung sollen prinzipiell alle relevanten Aspekte Berücksichtigung finden, auf Details soll - soweit vertretbar - verzichtet werden.

Der Gültigkeitsbereich der intendierten Hypothesen, besonders ihre Generalität und Universalität, wird durch die Herkunft der mit ihnen konfrontierten experimentellen Daten festgelegt. Die experimentellen Daten sind definiert durch die Eigenart der verwendeten Testitems bzw. durch die Art der Itemauswahl sowie durch die einbezogenen Versuchspersonen bzw. deren Auswahl - normale Versuchsbedingungen und Versuchsablauf vorausgesetzt.

Folgende Aspekte sollen in diesem Zusammenhang näher betrachtet werden:

- a) Repräsentativität für Intelligenztestitems
- b) Repräsentativität für Informationsverarbeitungsitems
- c) informationstheoretische Quantifizierbarkeit der Items
- d) Wahl der Versuchspersonenstichprobe

ad a):

"Intelligenz" wird in der vorliegenden empirischen Untersuchung insoweit erfaßt, als sie durch gebräuchliche Intelligenztestitems angesprochen wird - ist also in diesem Sinne operationalisiert.

Aus ökonomischen Gründen können nur die Hauptfaktoren als Repräsentationskriterien Berücksichtigung finden. Dabei erfolgt natürlich bereits eine Einschränkung durch die Festlegung auf eine bestimmte Auswahl von Faktoren bzw. auf ein bestimmtes Faktorenmodell. (hier: Jäger, 1967)

Auch einer möglichst vollständigen Repräsentation der ausgewählten Intelligenzfaktoren durch geeignete Aufgaben sind durch das Kriterium der 'informationstheoretischen Quantifizierbarkeit' Grenzen gesetzt. (siehe c) Dieser Umstand manifestiert sich vor allem in der Tatsache, daß in der realen Itemstichprobe (siehe unten) vor allem relativ "einfache" Intelligenzaufgaben vertreten sind.

Gleichfalls aus ökonomischen Gründen gehen in die Itemstichprobe nur Aufgaben ein, die im Gruppentestverfahren, als Speedtest (außer Merkaufgaben und Aufgaben zur Erfassung des formallogischen Denkens) und als Kurzzeittest applizierbar sind, ein.

Die Items werden optisch dargeboten.

ad b):

Repräsentationskriterium für die Auswahl von Informationsverarbeitungsisems sind Posners (1964) 3 Kategorien:

Produktion, Konsevation und Reduktion von Information.

Diese drei Kategorien werden durch Aufgaben vertreten, die relativ einfache Formen der Informationsverarbeitung verlangen. (z.B. keine Superzeichenbildung höherer Niveaus)

Auch physiologische und speziell sinnesphysiologische Informationsverarbeitung stehen bei dieser Untersuchung im Hintergrund.

Von daher ist bereits eine gewisse Beschränkung bei der Selektion und damit dann auch der Repräsentativität der Stichprobe von Informationsverarbeitungsaufgaben gegeben. Aus Gründen der ökonomischen Realisierbarkeit werden nur Items zur Anwendung kommen, die im Gruppenverfahren als Speedtest (außer Aufgaben zur Informationsspeicherung und einer bestimmten Gruppe von Informationsreduktionsitems) und als Kurzzeittest applizierbar sind.

Die Items werden optisch dargeboten.

ad c):

Die vorliegende Arbeit hat keine methodischen Ansprüche dergestalt, daß alle informationstheoretischen Quantifizierungsmethoden demonstriert und benutzt oder spezifische Methoden neu entwickelt werden sollen.

Um unter dieser Prämisse unnötigen Aufwand zu vermeiden, soll 'informationstheoretische Quantifizierbarkeit' als Selektionskriterium für alle Items der Untersuchung hier bedeuten, daß nur Aufgaben verwendet werden, die mit einfachen informationstheoretischen Methoden, also mit einem methodischen Grundinventar, definierbar sind. Hieraus ergibt sich eine Einschränkung der Auswahlmöglichkeit für die Zusammenstellung eines Spektrums von Informationsverarbeitungs- und Intelligenzitems.

Auch praktische Versuche, korrelationsstatistische Methoden durch entsprechende informationstheoretische zu ersetzen (z.B. kontingente Information), müssen unterbleiben, um den Rahmen der Untersuchung nicht zu weit zu stecken.

ad d):

Aus pragmatischen Gründen kann für diese Untersuchung keine für die Gesamtbevölkerung repräsentative Personenstichprobe zur Verfügung stehen.

Dieser Umstand beeinflusst entsprechend auch den Gültigkeitsbereich der erwarteten Untersuchungsergebnisse. (vgl. Abschnitt 'Auswahl der Versuchspersonen', S. 86 ff.).

Zusammenfassend ist zu konstatieren, daß aus Gründen der Praktikabilität bzw. um den Untersuchungsaufwand in vertretbaren Grenzen zu halten, der Untersuchungsansatz bezüglich mehrerer Aspekte explizite Eingrenzungen erfahren muß. Dies geschieht jedoch derart, daß und damit er in seinem relevanten Gerüst erhalten bleibt und sinnvoll realisiert werden kann.

Der experimentelle Zugang hat also Modellcharakter. Die Auslotung des Gültigkeitsbereiches der aus den Untersuchungsergebnissen zu ziehenden Schlüsse soll und muß Folgeuntersuchungen vorbehalten bleiben.

Als einen empirischen Beleg dafür, daß auch auf der Basis von relativ einfachen Informationsverarbeitungssystems, die mit Hilfe eines informationstheoretischen Grundinventars quantifiziert werden, weitere wesentliche Erkenntnisse über das Konstrukt Intelligenz gewonnen werden können, kann u.a. auf die Untersuchungsergebnisse von Lehrl (1974, 1975, 1976, 1979) hingewiesen werden.

Zweck psychologischer Testverfahren ist es gemeinhin, auf ökonomischem Weg Verhaltensstichproben zu erbringen. In dieser Hinsicht kann es von allgemeinem Interesse sein, wie sich repräsentative Stichproben von Intelligenzitems und Informationsverarbeitungssystems unter Berücksichtigung der o.g. ökonomischen Begrenzungen des experimentellen Aufwandes bilden lassen.

Erstellung der Hypothesen

=====

Es spricht also eine Reihe von gewichtigen Gründen für den Versuch, informationstheoretische Methoden und Konzepte für Probleme der Intelligenzforschung nutzbar zu machen.

Die theoretische Ausgangsbasis für die vorliegende Arbeit ist eine informationstheoretische Konzeption individuellen (menschlichen) Verhaltens.

Aus dieser Sicht stellt sich der Mensch als 'informationsverarbeitendes System' dar. Es ist gekennzeichnet durch Informationsaufnahme, Informationsverarbeitung einschließlich -speicherung und Informationsabgabe.

Informationsverarbeitung wird bestimmt durch das jeweilige Informationsangebot und die Systemeigenschaften bzw. den momentanen Systemzustand. Der Verarbeitungsprozeß bzw. seine Resultate manifestieren sich in der Relation zwischen Informationsangebot und realisierter (wieder abgegebener) Information.

Informationsangebot und abgegebene Information sind unter bestimmten Voraussetzungen direkt beobachtbar und definierbar.

Der Informationsverarbeitungsprozeß selber als Index für die Systembeschaffenheit ist nur mittelbar faßbar, aus der Relation zwischen Informationsangebot und abgegebener Information erschließbar.

Dabei ist zu beachten, daß zwar angebotene Information und abgegebene Information, nicht aber die Prozesse von Aufnahme und Abgabe als solche direkt betrachtet und analysiert werden können.

Unter psychologischem Aspekt entsprechen dem Informationsangebot an den Menschen als informationsverarbeitendes System die in einer spezifischen Situation wirksamen Reize,

wie zum Beispiel Musik, Testitems bzw. ihre Elemente, Körperberührung usw.

Dementsprechend stellen sich die individuellen Verhaltensäußerungen in der betreffenden Situation als abgegebene Information dar, wie zum Beispiel Worte, Bewegungen, Gesichtsausdruck, Körperhaltung usw.

Eigenschaften des Individuums und in ihm ablaufende Prozesse werden - zumindest im psychischen Bereich - aus seinen Verhaltensreaktionen auf situationsdefinierende Stimuli hypostasiert.

In das informationstheoretische Konzept übertragen: Es werden also Systemeigenschaften und Prozesse im System aus der Relation zwischen Informationsangebot und abgegebener Information manifest.

Wie obengenannt besteht das globale Ziel dieser Arbeit darin, 'Möglichkeiten aufzuzeigen und zu erproben, die das informationstheoretische Konzept in bezug auf die theoretische und praktische Differenzierung und Handhabung des Konstruktes Intelligenz bietet'.

Als allgemeine Arbeitshypothese dient die Annahme: Intelligenzleistungen im herkömmlichen Sinn sind eine spezielle Art von Informationsverarbeitungsleistungen.

Aus ihr lassen sich mehrere konkrete Hypothesen entwickeln, die mit Hilfe des im vorangegangenen Abschnitt skizzierten empirischen Vorgehens überprüft werden können.

Hypothese I:

Die erste Hypothese lautet:

Es ist möglich, eine spezifische Auswahl von Items zusammenzustellen, die den beiden Kriterien 'Repräsentativität für konventionelle Intelligenztestitems' und 'Repräsentativität für Informationsverarbeitungsisems' gleichermaßen genügt.

Hypothese I soll als bestätigt gelten, wenn gezeigt werden kann:

- a) eine Stichprobe von Intelligenzitems, die die Haupttypen von Intelligenzaufgaben repräsentiert, beinhaltet auch die Haupttypen von Informationsverarbeitungsaufgaben;
- b) in einer Auswahl von Informationsverarbeitungsaufgaben, die die Grundarten von Informationsverarbeitungsaufgaben erfaßt, sind auch die Grundformen von Intelligenzitems vertreten.

Die o.g. allgemeine Arbeitshypothese lautet etwas ausführlicher formuliert:

die Termini Intelligenzfähigkeit bzw. -leistung bezeichnen Phänomene, die auch als Informationsverarbeitungsfähigkeit bzw. -leistung definiert werden können.

Hierzu ist anzumerken, daß man umgekehrt nicht versuchen wird, alle Informationsverarbeitungsphänomene als Intelligenzleistungen zu beschreiben.

Eine damit verbundene Eingliederung auch einfachster Informationsverarbeitungsprozesse unter die Intelligenzprozesse widerspräche gängiger Praxis; ein derartiges Unterfangen erscheint nicht ohne weiteres notwendig oder sinnvoll.

Daß es in dieser Richtung aber durchaus Möglichkeiten gibt, zeigen unter anderem Forschungsergebnisse von Lehrl (1974, 1975, 1979), der bedeutsame Beziehungen zwischen einfachen

Informationsverarbeitungsleistungen und konventionellen Intelligenzindizes nachweisen konnte.

Eine Bestätigung der Hypothese I kann als Beweis dafür gelten, daß menschliche Intelligenz und Informationsverarbeitung wenigstens teilweise das gleiche Phänomen ansprechen, also beide Termini sich in ihrem Bedeutungsbereich wenigstens überschneiden.

Ausprägungs- und Gütegrad einer eventuellen Bestätigung für Hypothese I legen naturgemäß auch den Geltungsbereich aller auf Hypothese I basierenden Schlußfolgerungen fest.

Hypothese I impliziert 2 Teilhypothesen:

- a) Aus dem Gesamtpool von Intelligenzitems läßt sich ein repräsentatives Spektrum von Informationsverarbeitungsaufgaben erstellen.

Eine Bestätigung dieser Annahme bedeutet:

1. Aufgabenstellungen zur Erfassung intelligenten Verhaltens gelten wenigstens zum Teil auch als Informationsverarbeitungsitems.
2. Die wesentlichen Aufgabenarten zur Erfassung von Informationsverarbeitung sind unter den Intelligenzitems vertreten.

- b) Aus dem Gesamtpool von Informationsverarbeitungsitems läßt sich ein repräsentatives Spektrum von Intelligenzitems erstellen.

Eine Bestätigung dieser Hypothese bedeutet:

1. Aufgabenstellungen zur Erfassung von Informationsverarbeitung fungieren wenigstens zum Teil auch als Intelligenzitems.
2. Die wesentlichen Itemarten zur Erfassung von intelligenten Verhalten sind unter den Informationsverarbeitungsaufgaben vertreten.

Teilhypothese b) kommt im Sinne der Zielrichtung dieser Arbeit die größere Bedeutung zu. Denn es soll versucht werden, Intelligenz als Informationsverarbeitung zu beschreiben und erfassen, während der umgekehrte Vorgang hier von nachgeordnetem Interesse ist.

Hypothese II:

Hypothese II ist eine Fortentwicklung von Hypothese I:

Es ist möglich, eine spezifische Auswahl von Items zusammenzustellen, die den beiden Kriterien 'Repräsentativität für konventionelle Intelligenzitems' und 'Repräsentativität für Informationsverarbeitungsitems' gleichermaßen genügt, und bei der darüberhinaus 'alle Items informationstheoretisch quantifizierbar sind.'

Die informationstheoretische Quantifizierbarkeit gilt wie bereits oben ausgeführt als Operationalisierungskriterium für informationstheoretische Modellbildung. Sie ist einer der wesentlichen Vorzüge des informationstheoretischen Konzeptes und mittelbar ein Hauptargument für den hier gewählten Forschungsansatz.

Die Möglichkeit, Umweltgegebenheiten und Verhaltensäußerungen, z.B. Testvorlage und Testreaktion, informationstheoretisch zu quantifizieren, wurde als einer der wesentlichen Vorzüge des Informationskonzeptes herausgestellt. Sie zählt zu den Hauptargumenten für den hier gewählten Forschungsansatz.

Aus eben diesem Grunde wird sich auch der Wert der hier praktizierten informationstheoretischen Sichtweise daran messen, inwieweit 'informationstheoretische Quantifizierungsmöglichkeiten' sich zumindest modellhaft verwirklichen lassen.

Quantitativ-informationstheoretische Definition von Aufgabenstellungen ermöglicht die operationale Fassung von entsprechenden Bearbeitungsleistungen und -fähigkeiten.

Die Bestätigung von Hypothese II ist Voraussetzung für die Beibehaltung der Annahme, daß Intelligenzleistungen als Informationsverarbeitungsleistungen operationalisierbar sind.

Hypothese II impliziert 2 Teilhypothesen:

- a) 'Informationsverarbeitungssitems und damit Informationsverarbeitungsleistung sind informationstheoretisch quantifizierbar'.
- b) 'Intelligenzitems und damit Intelligenzleistung sind informationstheoretisch quantifizierbar'.

Die Konsequenzen aus einer Bestätigung der Hypothese II und der Teilhypothesen IIa und IIb sind in ihrem Geltungsumfang ebenfalls unmittelbar davon abhängig, ob die erstellte Itematterie die Grundtypen von Intelligenz- und Informationsverarbeitungsaufgaben hinreichend repräsentiert.

Hypothese III:

Hypothese III prüft die Frage, ob das Auswahlkriterium der Repräsentativität für Intelligenz- und Informationsverarbeitungsaufgaben insofern verhaltensrelevant ist, als die resultierende Itembatterie auch entsprechend repräsentative Leistungsstrukturen provoziert.

Sie ergibt sich in Konsequenz zu Hypothese I als

Hypothese III:

Eine 'Itemstichprobe, die nach dem Kriterium der Repräsentativität für Intelligenztestitems und Informationsverarbeitungsisitems zusammengestellt wurde', provoziert bei Versuchspersonen ein Reaktionsspektrum, das für Intelligenzleistungen und Informationsverarbeitungsleistungen repräsentativ ist.

Es wird also eine Leistungsstruktur erwartet, die sich sowohl konventionell intelligenztheoretisch als auch informationstheoretisch sinnvoll interpretieren läßt.

Es muß betont werden, daß sich Hypothesen I und II auf Items beziehen, während Hypothesen III und IV die Reaktionen auf diese Items, also das Verhalten der Versuchspersonen, ansprechen.

Eine Bestätigung von Hypothese III ist notwendige Voraussetzung dafür, daß folgende 2 Arbeitshypothesen beibehalten werden können:

- 1) Die Termini Intelligenzleistung und Intelligenzfähigkeit beziehen sich auf Phänomene, die auch als Informationsverarbeitungsleistung und -fähigkeit beschrieben werden können.

- 2) Intelligenzleistungen sind Informationsverarbeitungsleistungen.

In Analogie zu Hypothese I impliziert Hypothese III

2 Teilhypothesen:

- a) In einer repräsentativen Stichprobe von Intelligenzleistungen sind die Hauptarten der Informationsverarbeitung vertreten.

Trifft diese Annahme zu, so sind Intelligenzleistungen wenigstens zum Teil auch Informationsverarbeitungsleistungen. Zumindest ein Teil der Intelligenzleistungen wäre demnach als Informationsverarbeitung beschreibbar und möglicherweise erklärbar.

- b) In einer repräsentativen Stichprobe von Informationsverarbeitungsleistungen sind die Intelligenzleistungen in ihren Hauptkategorien vertreten.

Trifft diese Annahme zu, so sind Informationsverarbeitungsleistungen wenigstens zum Teil auch Intelligenzleistungen. Gleichzeitig sind dann die wesentlichen Typen von Intelligenzleistungen als Informationsverarbeitungsleistungen beschreibbar und möglicherweise erklärbar.

Hypothese IV:

Hypothese I hat Repräsentativität bezüglich der Haupttypen von Intelligenzaufgaben und von Informationsverarbeitungssitems für eine kongruente Itembatterie zum Ziel.

Eine Erfüllung der unter Hypothese II genannten Erwartungen bedeutet, daß alle im Sinne von Hypothese I ausgewählten Aufgaben theoretisch quantifizierbar sind.

Hieraus folgt: Die informationstheoretische Quantifizierbarkeit der Items in ihrer Funktion als Informationsverarbeitungsaufgaben ermöglicht die operationale Fassung von Informationsverarbeitungsleistungen.

Und parallel hierzu gilt: Die informationstheoretische Quantifizierbarkeit der Items in ihrer Funktion als Intelligenzaufgaben ermöglicht es, Intelligenzleistungen unter dem Informationsaspekt zu quantifizieren und damit als Informationsverarbeitungsleistungen zu operationalisieren.

Trifft die übergreifende Arbeitshypothese zu, daß Intelligenzleistungen eine spezifische Art von Informationsverarbeitungsleistungen sind, so sind für Intelligenzaufgaben systematische Bezeichnungen zwischen konventionellen Intelligenzindizes und informationstheoretisch-quantitativen Indizes zu erwarten.

Auf dieser Grundlage läßt sich Hypothese IV wie folgt formulieren:

Die informationstheoretischen Quantifizierungsindizes stehen in spezifischer systematischer Relation zum konventionellen Konstrukt Intelligenz.

Es wird impliziert, daß das konventionelle Konstrukt Intelligenz durch entsprechende Indizes, z.B. den Rohwert für eine Aufgabe, operationalisiert ist.

Die informationstheoretische Quantifizierung basiert auf 3 Hauptkomponenten; dem Informationsangebot, der Informationsabgabe und der Relation zwischen beiden als Leistungsindex für die Informationsverarbeitung.

Hypothese IV kann als ein Kriterium dafür gelten, inwieweit das informationstheoretische Konzept einen operativen Beitrag zum traditionellen Konstrukt Intelligenz leisten kann.

Eine Bestätigung von Annahme IV würde auch bedeuten: Eine konkrete Intelligenzstruktur im traditionellen Sinne kann auf der Basis von informationstheoretischen Indizes sinnvoll interpretiert werden.

Experimentelles Vorgehen

=====

Auswahl der Versuchspersonen

Es liegt natürlich nicht in unseren Möglichkeiten, eine Stichprobe heranzuziehen, welche für die Gesamtbevölkerung repräsentativ ist.

Die Stichprobe, auf der die empirischen Daten dieser Untersuchung basieren werden, soll folgenden Kriterien entsprechen:

- a) Es werden relativ 'leichte', einfach zu bearbeitende Intelligenzitems bzw. Informationsverarbeitungsaufgaben zur Anwendung kommen. Deshalb sollte sich die Stichprobe aus Personen mit mittlerem Intelligenzniveau zusammensetzen. Denn bei Personen mit hohem Intelligenzniveau erhielte der Tempofaktor, die Reaktionsgeschwindigkeit für die Bearbeitung dieser wenig komplexen Items ein zu großes Gewicht. Gegebenenfalls müßte diesbezüglich auch das Altersniveau angemessene Berücksichtigung finden.
- b) Andererseits soll das Intelligenzniveau der Probanden eine genügend große Streuung aufweisen, sodaß die erwarteten Zusammenhänge und Faktorenstrukturen sich deutlich manifestieren können. (Kalveram, 1965; Fischer, 1968)
- c) Das Alter der Versuchspersonen darf nicht zu niedrig liegen, da ihre Intelligenz sonst einen noch zu geringen Differenzierungsgrad aufweist, als daß sich die in Anlehnung an Jäger (1967) erwartete Faktorenstruktur hinreichend manifestieren könnte.
- d) Die Stichprobe soll aber gleichzeitig einen Altersbereich vertreten, in dem das Lebensalter noch als - wenn auch grober - Intelligenzindex gelten kann. Und sie soll eine entsprechende Altersstreuung aufweisen.

- e) Aus ökonomischen Gründen ist zu fordern, daß Alters- und Intelligenzniveau eine Applikation aller Testitems im Gruppenverfahren gestatten.
- f) Der Umfang der Stichprobe muß groß genug sein, eine sinnvolle Wertung und Interpretation der Untersuchungsergebnisse zu ermöglichen.

Der Stichprobenwahl kommt insofern besondere Bedeutung zu, als es von der spezifischen Eigenart der Versuchspersonengruppe ganz wesentlich mitabhängt, welche Verhaltensfaktoren und speziell hier Leistungsfaktoren sich manifestieren und in welcher Ausprägung.

Für die hier referierte Arbeit wurde eine Stichprobe von 130 Schülern herangezogen.

Sie setzt sich aus 4 Teilgruppen zusammen, die sich bezüglich

- des zum Testzeitpunkt besuchten Schultyps,
- der bisherigen schulischen Bildung,
- des Altersniveaus,
- des erwarteten Intelligenzniveaus
- und z.T. hinsichtlich der Geschlechterproportion

unterscheiden.

Es handelt sich um die 8. Klasse einer Hauptschule, 2 Klassen eines Grundlehrgangs für Hauswirtschaft und 1 Klasse eines Soziallehrgangs (Abschluß als staatlich geprüfte Hauswirtschaftsgehilfin und Kinderpflegerin).

Die wesentlichen Kenndaten dieser 4 Personengruppen sind in der nachstehenden Übersichtstabelle wiedergegeben:

	Personen- Anzahl	Alter M	Geschlecht		Schulische ^{**} Vorbildung			
			m	w	1	2	3	4
HS*	29	13,90	16	13	29	-	-	-
GL	31	15,87	-	31	-	26	5	-
GT	32	16,06	-	32	-	30	2	-
SL	38	17,03	-	38	-	25	10	3

*HS = 8. Klasse Hauptschule

GL = erste Klasse Grundlehrgang

GT = zweite Klasse Grundlehrgang

SL = Soziallehrgang

**Schulische Vorbildung:

1 = 8 Klassen Hauptschule

2 = Hauptschulabschluß

3 = qualifizierender Hauptschulabschluß

4 = mittlere Reife

Es wird davon ausgegangen, daß diese Probandengruppe den oben genannten Anforderungen bezüglich Alters- und Intelligenz-niveau sowie -struktur hinreichend entspricht.

Eine ausgewogenere Geschlechterproportion innerhalb der Stichprobe schien verzichtbar, da sie in keinem relevanten Zusammenhang zu den intendierten Fragestellungen steht.

Eine Gegenüberstellung der beschriebenen Stichprobe mit der von Jäger (1967) verwendeten, wird im Rahmen einer Wertung der Untersuchungsergebnisse stattfinden.

Die Merkmale der Personenstichprobe gehen explizit in Form von 4 Variablen in die Untersuchung ein.

Das Lebensalter der Probanden geht unter der Bezeichnung 'Alter' als Variable 57 in die Auswertung mit ein.

Variable 58 'Schule' gibt an, welche Schulart die betreffende Person zum Zeitpunkt der Testabnahme besuchte. Den 3 Schul-typen werden Rangplätze zugeordnet:

8. Klasse Hauptschule 1

Grundausbildungslehrgang 2

Soziallehrgang 3

Jede Versuchsperson erhält demnach eine entsprechende Kennziffer.

Anmerkung: Es ist klar, daß diese einfache Rangskala den statistischen Voraussetzungen bezüglich Meßniveau und Verteilungsform für die Berechnung parametrischer Statistiken nicht genügt. Dieser Umstand wird um der Möglichkeit willen, trotz dieser ungünstigen Bedingungen verwertbare Hinweise zu erhalten, bewußt in Kauf genommen.

Gleichermaßen wird auch bei den Variablen 59 und 60 verfahren.

Variable 59 'Bildung' differenziert genauer bezüglich des aktuellen schulischen Bildungsstandes der Probanden.

8. Klasse Hauptschule	1
einfacher Hauptschulabschluß	2
qualifizierender Hauptschulabschluß	3
Grundausbildungslehrgang erfolgreich abgeschlossen	4
mittlere Reife	5

Trotz extremer Ungleichverteilung wurde auch die Alternativvariable 60 'Geschlecht' in sozusagen 'explorativer Absicht' in die erste klärende Datenverrechnung mit einbezogen.

Erstellung der Itemstichprobe -
Grundlegung des praktischen Vorgehens

Entsprechend den Hypothesen I und II soll versucht werden, eine Stichprobe von Items zusammenzustellen, die

- a) das traditionelle Spektrum von Intelligenzitems repräsentieren,
- b) die drei Hauptkategorien von Informationsverarbeitungsaufgaben (nach Posners Taxonomie) vertreten und
- c) alle informationstheoretisch quantifizierbar sind.

a) Repräsentation des traditionellen Spektrums von
Intelligenzitems

Die gesuchte repräsentative Auswahl konventioneller Intelligenzaufgaben darf einen ökonomisch vertretbaren Umfang nicht überschreiten. Sie muß sich auf den notwendigen Mindestumfang beschränken.

Aus diesem Grund soll sich die Repräsentativität für die gewünschte Stichprobe auf die Hauptfaktoren intelligenten Verhaltens beziehen.

Damit die Auflage der Repräsentativität trotzdem befriedigend erfüllt ist, müssen diese Hauptfaktoren an einem möglichst umfassenden und repräsentativen Repertoire von Intelligenzitems mittels geeigneter statistischer Methoden gewonnen worden sein.

Faktoren können von einer Anzahl von Subtests oder von Einzelaufgaben stammen und diese definieren. Das gilt auch für die hier benötigten Hauptdimensionen intelligenten Verhaltens. Im Hinblick auf das Untersuchungsziel ist es günstiger, wenn die verwendeten Hauptfaktoren durch eine relativ geringe Anzahl von Einzelaufgaben hinreichend vertreten werden. Dann wird es nämlich möglich sein, Items zusätzlich in (z.B. informationstheoretisch) relevanten Variationen zu applizieren, ohne den Umfang der Testbatterie zu sehr auszuweiten.

Als Fundus für die Selektion der benötigten Intelligenztestitems erscheint der von Jäger (1967) bearbeitete und faktorenanalytisch beschriebene Itempool geeignet. (s.auch S. 35 f. Er versuchte "die Geltungsbereiche der heute meistbenutzten (Faktoren-) Modelle durch ihre Konfrontierung mit einer möglichst umfassenden und repräsentativen Auswahl von Intelligenzleistungen zu prüfen." (Jäger, 1967, S.172)

Das heißt: Jäger bezog die wichtigsten Strukturtheorien der Intelligenz, die Modelle der Englischen Schule, von Guilford, von Meili und von Thurstone in seine Arbeit mir ein. Er tat dies sowohl hinsichtlich des Testmaterials, der Auswertungsmethodik als auch der theoretischen Konzeption.

Die resultierende Auswahl von 234 Aufgaben kommt meines Wissens dem Ziel einer optimalen Repräsentation von Intelligenzleistungen bisher am nächsten.

Zu diesem Zweck war er gezwungen, auf hochreliable Leistungsmessungen zu verzichten und an Einzelaufgaben statt an Tests gewonnene Daten zu verwerten. Für dieses Vorgehen sprach die Tatsache, "daß Leistungsfeststellungen bei Einzelaufgaben faktoriell homogenere Ausgangsdaten garantieren." Seine Untersuchungsergebnisse können als zusätzliche Rechtfertigung dafür angesehen werden.

Mit Analysen des Gesamtmaterials unternahm Jäger den Versuch, "Hauptdimensionen der Intelligenz (im bisherigen engeren Sinne von Fähigkeitskonstrukten) herauszuarbeiten". (S.175)

Er fand sechs Faktoren, die er als "Hauptfaktoren" bezeichnet und wie folgt deutet:

- "1) Anschauungsgebundenes Denken
- 2) Einfallsreichtum und Produktivität
- 3) Konzentrationskraft und Tempomotivation, insbesondere bei einfach strukturierten Aufgaben
- 4) Verarbeitungskapazität, formallogisches Denken und Urteilsfähigkeit
- 5) Zahlengebundenes Denken
- 6) Sprachgebundenes Denken"

Faktor 1 ist zum einen von den figuralen Aufgabenstellungen des Materials her zu interpretieren und zum zweiten funktional als "Fähigkeit und Neigung zu anschauungsgebundenen Denkvollzügen ggf. auch unter Einschluß einer Transponierung andersartigen Materials in ein anschauliches Medium". (S.175) Nach Vermutungen Jägers schließt er auch "visuelle Auffassungsgabe, allgemeine Auffassungsgabe" und den "Performance-Faktor, welcher die praktische Intelligenz repräsentiert", mit ein.

In Faktor 2 manifestiert sich die "nicht materialgebundene und durchweg hochgradig konsistente Funktionseinheit Einfallssreichtum und Produktivität". (S. 175) "Die hier herausgearbeitete Fähigkeit bestimmt die Leistungen bei Aufgaben, welche Einfälle, Flüssigkeit, Variabilität und Reichtum der Vorstellungen und das Sehen vieler verschiedener Seiten, Varianten, Eigenschaften, Gründe und Möglichkeiten eines Problems fordern, zugleich aber problemorientierte Lösungen, kein ungesteuertes Luxurieren der Phantasie". (S. 176)

Faktor 3, der vor allem Konzentrationsvermögen, schnelle Auffassungsfähigkeit und Tempo-Motivation impliziert, tritt bei relativ leichten "Routineaufgaben" hervor.

Die in Faktor 4 zusammengeschlossenen Funktionen bestimmen "die Leistungen bei komplexeren Aufgaben, welche nicht auf Antrieb zu lösen sind, sondern Heranziehen, Verfügbarhalten, Überblicken, In-Beziehung-Setzen und sachgerechtes Beurteilen von vielfältigen Informationen fordern". (S.176)

Für die beiden "Materialfaktoren" 5 und 6 sind zahlengebundene bzw. sprachgebundene Aufgabenstellungen charakteristisch. Eine Interpretation als Materialfaktor allein stellt keine

ausreichende psychologische Erklärung dar. Analysen der Binnenstrukturen beider Dimensionen ergaben, daß sich in beiden Einheiten die funktionalen Hauptfaktoren zum Teil wiederfinden und Merkfähigkeitskomponenten vertreten sind.

Während Faktor 5 sich mit hinreichender Konsistenz aufzeigen ließ, trat die Funktionseinheit "Sprachgebundenes Denken" nur relativ schwach hervor und ließ auch einige klassische verbale Items unberücksichtigt.

Jäger sieht die Annahme, daß die sechs genannten Faktoren "Hauptdimensionen der Intelligenz" darstellen, durch seine Untersuchungsergebnisse und die von Fürntratt und Possehl (1965) zumindest vorläufig bestätigt.

Bemerkenswert erscheint auch die gefundene "Tendenz zur Aufspaltung von Materialfaktoren in funktionale und von funktionalen Faktoren in Materialkomponenten". (S. 177) Der Autor geht jedoch nicht davon aus, die alleinigen Hauptdimensionen intelligenten Verhaltens herausgearbeitet zu haben. So postuliert er insbesondere auch einen Merkfähigkeitsfaktor vergleichbaren Generalitätsgrades, der sich an dem verwendeten Testmaterial nicht manifestierte, da es nur relativ wenige Merkfähigkeitsvariablen enthielt.

Ausgehend von Jägers empirisch fundiertem Faktorenmodell der Intelligenz stellten Kirst und Diekmeyer (1970) sowie Ott (1971) je eine Sammlung von Aufgaben zur "Förderung der Intelligenz" und zur "Förderung des optimalen Denkens" zusammen. Auf beide Itempools kann beim Versuch, Jägers Dimensionen der Intelligenz mit Hilfe entsprechender Aufgaben zu repräsentieren, gegebenenfalls zurückgegriffen werden.

Das Jäger'sche Untersuchungsmaterial und seine Analysenresultate sollen als Ausgangsbasis für die Selektion der benötigten Stichprobe konventioneller Intelligenzaufgaben dienen.

Erster Ansatzpunkt ist die von Jäger herausgearbeitete Faktorenstruktur und zwar jene, die aus der Analyse der Einzelitems gewonnen wurde. Es soll versucht werden, durch entsprechende Itemwahl eine angemessene Repräsentation der sechs oben beschriebenen Dimensionen der Intelligenz zu verwirklichen.

Zusätzlich wird Testmaterial, an dem sich der postulierte Merkfähigkeitsfaktor manifestieren kann, miteinbezogen. Hierfür sind in erster Linie zwei Gründe maßgebend:

- a) Merkfähigkeit wird in nahezu allen gebräuchlichen Intelligenztest explizit oder implizit geprüft.
- b) Die Intelligenzdimensionen zahlengebundenes und sprachgebundenes Denken sollen nicht wie die anderen Dimensionen dadurch Vertretung finden, daß Items mit entsprechenden Faktorenladungen aufgenommen werden. Beider Hauptfaktoren Binnenstruktur enthält jedoch relevante Merkfähigkeitskomponenten, die Berücksichtigung verlangen.

Wie bereits oben angesprochen wurde und weiter unten näher ausgeführt werden wird, sollen alle Items und die von ihnen provozierten Reaktionen informationstheoretisch definiert und interpretiert werden.

In die Informationsmaße, wie sie in dieser Untersuchung angewendet werden sollen, gehen Materialvariablen nicht mit ein. Andererseits konstituieren sich die Aufgaben aus Buchstaben, Symbolen, Ziffern oder entsprechenden Materialkombinationen. Um nun bei der intendierten informationstheoretischen Definition und Interpretation von Items unerwünschte, materialbedingte Artefakte zu vermeiden, soll - soweit sinnvoll und möglich - jedes in die Stichprobe einbezogene Item bezüglich seines Materials variiert

werden. Das heißt: jede Aufgabe soll einmal vermittelt Buchstaben, einmal vermittelt Symbolen und einmal vermittelt Ziffern als Elementen dargestellt und verwendet werden.

In Anbetracht dieser Tatsache wird davon ausgegangen, daß "zahlengebundene" und "sprachgebundene" Aufgaben - innerhalb der auf Seite 72 angegebenen Grenzen - in der Testbatterie hinreichend vertreten sind. Daher wird darauf verzichtet, die beiden Hauptfaktoren "Zahlengebundenes Denken" und "Sprachgebundenes Denken" durch spezifische Items zu repräsentieren. Dieses Vorgehen rechtfertigt sich auch aus Jägers Feststellung, daß funktionale Hauptfaktoren zur Aufspaltung in Materialkomponenten und umgekehrt durch das Material gekennzeichnete Dimensionen zur Untergliederung in funktionale Komponenten tendieren. Außerdem verliert somit das Problem der relativ geringen Konsistenz der sprachgebundenen Intelligenzdimension an unmittelbarer Relevanz.

Die intendierte Stichprobe konventioneller Intelligenzaufgaben wird sich demnach aus Repräsentanten der Jäger'schen Intelligenzdimensionen "Anschauungsgebundenes Denken", "Einfallsreichtum und Produktivität", "Konzentrationskraft und Tempo-Motivation", "Verarbeitungskapazität, formallogisches Denken und Urteilskraft", sowie dem hypothetischen Hauptfaktor "Merkfähigkeit" zusammensetzen. Materialfaktoren werden in Form von systematischer Variation jedes einzelnen Items bezüglich des Elemententyps (Buchstabe, Symbol, Ziffer) berücksichtigt.

Es werden nur Markiervariablen gewählt, also Items mit relativ hoher Ladung auf dem betreffenden Hauptfaktor und zwar nur auf ihm.

Prinzipiell sollen alle fünf Dimensionen durch jeweils eine geeignete Markiervariable vertreten werden. Jede von ihnen wird in mehreren Variationen angeboten, sodaß das Gesamtmaterial eine ausreichende Basis für die geplanten Analysen bietet.

Da die Itemvariationen exakt kontrolliert und z.T. von relativ geringer (quantitativer) Verhaltensrelevanz sind, können sie z.T. als eine Art von Paralleltests und Hilfsmittel zur Reliabilitätsprüfung angesehen werden.

Markiervariablen und Itemvariationen werden den Aufgabenrepertoires von Jäger (1967), Kirst und Dieckmeyer (1970) und Ott (1971) entnommen oder - falls erforderlich - neu konstruiert.

b) Repräsentation der Hauptkategorien von Informationsverarbeitungs-
aufgaben

Die gesuchte Itemstichprobe soll, wie gesagt, nicht nur repräsentativ für konventionelle Intelligenzaufgaben, sondern auch gleichzeitig für Informationsverarbeitungsaufgaben sein.

Die Beurteilung der Repräsentativität in bezug auf Informationsverarbeitungsaufgaben orientiert sich an einer Taxonomie, die Posner (1964) vorgestellt hat.

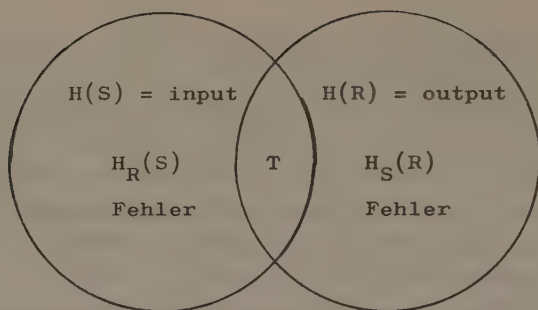
Die von Posner (1964) vorgeschlagene Taxonomie sogenannter "information-processing tasks" basiert ausschließlich auf "the input and output information required for performance" (Posner, 1964, S. 492). Sie besitzt damit den wesentlichen Vorzug, daß sie nur Aspekte berücksichtigt, die psychologischen Methoden (einschließlich informationstheoretischer Methoden) unmittelbar zugänglich sind.

Posner unterscheidet drei Hauptkategorien im Hinblick auf Aufgaben, bei deren Bewältigung die Leistung in einem sogenannten Informationsprozeß besteht:

a) Informationserhaltungsaufgaben (conservation tasks):

Der Proband hat hier den Auftrag, die Stimulusinformation möglichst vollständig auf ein definiertes Responserepertoire zu übertragen. Die Leistung ist optimal, wenn die Transinformation T gleich der Stimulusinformation $H(S)$ ist. Stimulusäquivokation $H_R(S)$ sowie Responseäquivokation $H_S(R)$ sind bei optimaler Leistung null (bzw. minimal, wobei der Minimalbetrag durch die Anzahl der Reaktionsalternativen festgelegt ist) und werden ansonsten als Fehler (error) gewertet.

Erhaltungsmodell



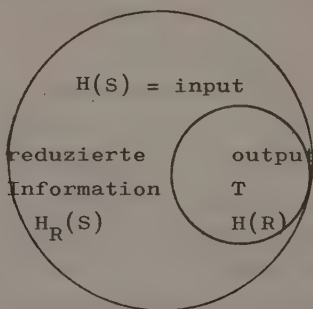
b) Informationsreduktionsaufgaben (reduction tasks):

Kennzeichnend für derartige Aufgaben ist, daß die Anzahl der Stimulusklassen größer ist als die Anzahl der Reaktionsklassen, d.h. "S is required to map more than one stimulus point into a single response" (Posner, 1964, S. 492).

Der Proband hat hier eine definierte Teilmenge der Stimulusinformation möglichst vollständig auf ein definiertes Responserepertoire zu übertragen.

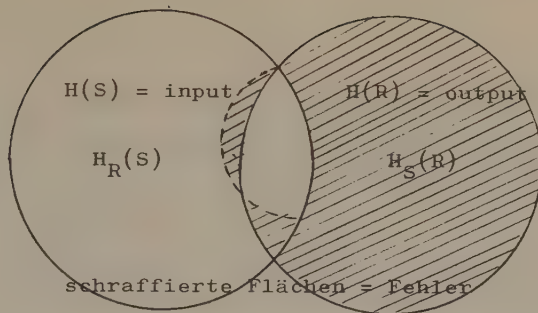
Die Leistung ist optimal, wenn die Transinformation T gleich der relevanten Teilmenge der Stimulusinformation ist.

Reduktionsmodell
nach Posner



Berücksichtigt man die Möglichkeit fehlerhafter Durchführung der Aufgabe, so stellt sich das Reduktionsmodell folgendermaßen dar (Mittenecker, 1973, S. 219):

Reduktionsmodell
nach Mittenecker



Die Stimulusäquivokation $H_R(S)$ setzt sich zusammen aus einem Informationsbetrag, der im Rahmen der Aufgabenlösung reduziert werden soll, und einem Informationsbetrag, der fehlerhaft nicht auf das Reaktionsrepertoire übertragen wurde (schraffiert).

Die Reaktionsinformationen besteht aus dem Transinformationsanteil, der mit der relevanten Untermenge der Stimulusinformation $H(S)$ kontingent ist, und dem (schraffierten) Fehleranteil, der sich aus der Reaktionsäquivokation $H_S(R)$ und dem Transinformationsteil, welcher einer irrelevanten Teilmenge von $H(S)$ angehört, konstituiert.

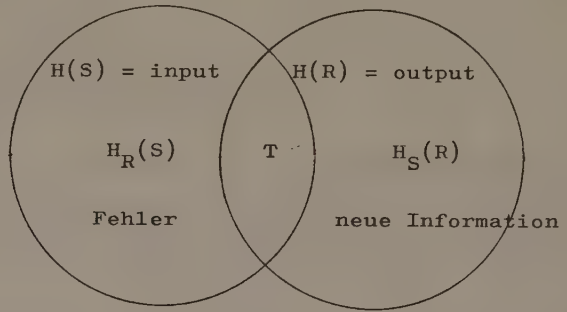
Informationsreduktionsaufgaben lassen sich nach Posner trennen in "tasks which allow S to ignore aspects of the stimulus (gating) and those that require all aspects of the stimulus to be represented in the response but in an condensed form (condensing)" Posner, 1964, S. 493).

) Kreative Aufgaben (creation tasks):

Dieser Aufgabentyp ist dadurch charakterisiert, daß "S is required to map a single stimulus point into more than one response" (Posner, 1964, S. 492). Hier ist " $H_S(R)$ ", also der nicht mit der Stimulusinformation $H(S)$ gemeinsame Teil der Reaktionsin-

formation, - zumindest teilweise - nicht als Fehler zu bewerten, sondern als 'schöpferische' Leistung" (Mittenecker, 1973, S. 220).

Kreationsmodell



Aus ökonomischen Gründen sollen nur die drei Hauptkategorien Informationserhaltung, Informationsreduktion und Informationskreation 'rein' oder in einfachen Kombinationen erfaßt werden. Aufgaben, welche komplizierte mehrfache Kombinationen der drei Grundtypen von Informationsverarbeitung erfordern, sollen unberücksichtigt bleiben.

Die fünf Intelligenzdimensionen, an denen sich die Selektion der Itemstichprobe unter dem Aspekt "repräsentativ für konventionelle Intelligenzitems" orientieren wird, sind im vorangegangenen Abschnitt bereits festgelegt worden. Sie sollen unter dem Gesichtspunkt betrachtet und diskutiert werden, ob sie -informationstheoretisch gesehen- verschiedene Typen von Informationsverarbeitung darstellen, und ob die drei Hauptarten von Informationsverarbeitung durch sie vertreten sind.

Der von Jäger abgekürzt "Anschauungsgebundenes Denken" benannte Intelligenzfaktor beinhaltet seiner Auffassung nach mehrere Komponenten: Visuelles Wahrnehmungs- und Auffassungsvermögen, eine allgemeine Auffassungsfähigkeit im Sinne von Guilfords "cognition" (Auffinden, Wiederfinden u. Wiedererkennen von Informationen, 1959), Denkfähigkeit wie sie sich in den "konkreten Operationen" von Piaget (1948) manifestiert (bes. im Unterschied zu den "formalen Operationen"), einen "Performance-Faktor, die Fähigkeit, praktisch-konkrete Aufgaben zu bewältigen". (Jäger, 1967, S. 116 - 118) Aufgaben, die diese Intelligenzdimension repräsentieren, fordern demnach vor allem Aufnahme und Erfassung von Informationen sowie deren Verarbeitung im konkret-anschaulichen Bereich. Letzteres heißt: Es wird mit den erfaßten Informationen operiert, ohne sie zu reduzieren oder neue Information zu kreieren. Auch die Reaktionen der Versuchspersonen auf diese Items (Informationsabgabe) dürfen nicht mehr oder weniger Information als im Item angeboten wurde enthalten, damit die "Richtigkeit" der Antworten eindeutig identifiziert werden kann.

Als Konsequenz ergibt sich:

"Anschauungsgebundenes Denken" ist informationstheoretisch betrachtet "Informationserhaltung".

(Mischitems im informationstheoretischen Sinne seien ausgeschlossen.)

Die Intelligenzdimension "Einfallsreichtum und Produktivität" weist große Übereinstimmungen mit dem "Word-Fluency"-Faktor von Thurstone (nach Jäger 1967), der weiter gefaßten "Fluency"-Einheit von Meili (1964) und besonders mit der "Divergent-Production"-Annahme von Guilford (1959) auf. Sie wird als "Einfallsreichtum, geistige Lebendigkeit und in diesem Sinne Produktivität bei gleichzeitiger Wahrung der Orientierung an eine bestimmte Aufgabe" (S. 120) interpretiert. Diese Intelligenzdispositionen manifestieren sich in der Produktion von neuer Information auf ein Angebot hin (nach bestimmten Richtlinien), wie sie für die Bearbeitung der betreffenden Items gefordert wird. (vgl. Jäger, 1967)

Unter informationstheoretischem Aspekt sind Leistungen auf dieser Intelligenzdimension daher der Gruppe der "Information-Creation-Tasks" zuzuordnen.

"Konzentrationskraft und Tempo-Motivation, insbesondere bei einfach strukturierten Aufgaben" als weiterer Intelligenzfaktor scheinen nicht ohne weiteres in Posners Taxonomie der Informationsverarbeitung eingliederbar. Sichtet man aber die Items, welche für diese Dimension stehen (siehe bei Jäger), so ist für die 9 Aufgaben mit den höchsten Faktorenladungen folgende Gemeinsamkeit festzustellen:

Das durch die Aufgabenstellung festgelegte Stimulusrepertoire ist größer als das zugehörige Responserepertoire, d.h. das Informationsangebot ist größer als die Informationsabgabe. Im informationstheoretischen Sinne handelt es sich also um Informationsreduktionsaufgaben.

Wegen des in herkömmlicher Sicht relativ geringen Schwierigkeitsgrades erhält bei diesen Aufgaben das Arbeitstempo starkes Gewicht, kommen auch entsprechende Motivationskomponenten zum Tragen.

Der vierte von Jäger als "Verarbeitungskapazität, formallogisches Denken und Urteilsfähigkeit" interpretierte Hauptfaktor ist wohl am schwersten einer der drei Gruppen von Informationsverarbeitung zuzuordnen. Die Inspektion der wichtigsten Kennvariablen (siehe Jäger) ergibt jedoch, daß diese Items nicht zu den Informationskreatationsaufgaben gehören.

Geht man mit Jäger davon aus, daß sie "eine Heranziehung und Verarbeitung von vielfältigen Informationen, wobei diese im Verlauf des Denkprozesses verfügbar zu halten, simultan zu überblicken und zueinander in Beziehung zu setzen sind", fordern, so sind dies Leistungen, welche auch "Concept Formation Tasks" verlangen. (Näheres s.s.175) Garner (1962) gibt ein Klassifikationsschema mit Beispielen für Konzeptbildungsaufgaben. Die Tatsache, daß diese Aufgaben formal zu den Informationsreduktionsaufgaben zählen, kann als "Zuordnungshilfe" für Items der vierten Intelligenzdimension dienen.

Als sicher darf auch gelten, daß die fragliche Intelligenzdimension auf komplexe Denkprozesse, die sich an schwierigeren Aufgaben manifestieren, abzielt als die im vorangegangenen Absatz angesprochene dritte Funktionseinheit. Analog dürften Faktor 4 auch komplexere Informationsverarbeitungsprozesse bzw. Informationsreduktionsprozesse kennzeichnen als den Faktor 3.

Die Repräsentation der Intelligenzdisposition "Merkfähigkeit" muß sich aus ökonomischen Gründen auf das sog. Kurzzeitgedächtnis beschränken. Innerhalb des informationstheoretischen Konzeptes stellt sich Merkfähigkeit als die Fähigkeit Information zu speichern (und zu realisieren, da andernfalls Merkfähigkeit ja nicht feststellbar ist) dar.

Nach Posners Schema sind Gedächtnisleistungen Informationserhaltungsleistungen. Andererseits ist zumindest kurzfristige Informationsspeicherung nicht nur Voraussetzung für die Bewältigung von Informationserhaltungs-, sondern auch von Informationsreduktions- und Informationskreationsaufgaben. Bei dieser Sachlage kann sich der Wert der operationalen Definition von Posners Hauptkategorien für die Klassifikation von Items beweisen.

Im Überblick ergibt sich folgendes Bild:

Informationserhaltungsaufgaben können durch Items zur Erfassung von "Anschauungsgebundenem Denken" und von (hier: kurzfristiger) Merkfähigkeit vertreten werden.

Informationskreationsaufgaben lassen sich durch Items, die "Einfallsreichtum und Produktivität" fordern, repräsentieren. Informationsreduktionsaufgaben finden als Items, die die Intelligenzleistungen "Konzentrationskraft und Tempo-Motivation" und "Verarbeitungskapazität, formallogisches Denken und Urteilsfähigkeit" prüfen, Berücksichtigung.

Diese Möglichkeit, alle drei Kategorien von Informationsverarbeitungsisems mittels der vorgesehenen spezifischen Stichprobe von Intelligenzisems zu repräsentieren, soll bei der Konstitution der Aufgabenbatterie realisiert werden.

Daß auf diese Weise die einzelnen Kategorien nicht in ihrer gesamten potentiellen Variationsbreite wiedergegeben werden, wird akzeptiert und auch nicht angestrebt.

Durch entsprechende Auswahl der Markiervariablen für die fünf Intelligenzdimensionen bzw. durch Hinzunahme zusätzlicher Itemvariationen soll erreicht werden, daß möglichst sogenannte 'reine' Repräsentanten der drei Klassen von Informationsverarbeitungsaufgaben zur Verfügung stehen.

c) Informationstheoretische Quantifizierbarkeit
der Aufgaben

An jedem Item lassen sich drei Aspekte unterscheiden:

- die Information, die der Versuchsperson zur Bearbeitung dargeboten wird. Das sind zum Beispiel bei dem Subtest "Buchstabendurchstreichen" mehrere Zeilen von Buchstaben, wobei die Buchstaben mit unterschiedlichen Häufigkeiten auftreten.
- die Information, die die Versuchsperson auf das Informationsangebot angibt. Beim "Buchstabendurchstreichen" als Beispiel sind das die zwei Reaktionsalternativen "Durchstreichen" und "Nicht-Durchstreichen" bzw. "Einkreisen".
- die Art und der Umfang an Informationsverarbeitung, welche durch die Aufgabenstellung verlangt werden. Sie manifestieren sich in der Relation der Reaktionsinformation zur Stimulusinformation. In dem zitierten Beispiel handelt es sich um eine Informations-Reduktion, deren Umfang am konkreten Beispiel zu bestimmen wäre.

Anhand dieser drei Aspekte kann die informationstheoretische Quantifizierung eines Items erfolgen.

Das bedeutet: Für jede Aufgabe sind Informationsgehalt des Testreizes, Informationsgehalt der 'richtigen' Testreaktion und die Relation zwischen diesen beiden Daten zu bestimmen. Der Informationsgehalt wird als "mittlerer Informationsgehalt" durch die Formel

$$H(X) = \lg n$$

für gleichwahrscheinliche Klassen einer Variablen und durch die Formel

$$H(X) = - \sum_{i=1}^n p(x_i) \lg p(x_i)$$

für ungleichwahrscheinliche Klassen einer Variablen definiert.
(vgl. auch S.)

Dieses Informationsmaß erfaßt zwei Aspekte der Wahrscheinlichkeitsverteilung einer Variablen:

- "die Anzahl der Klassen der Variablen: Bei gleichen Wahrscheinlichkeiten (Häufigkeiten) in den einzelnen Klassen steigt der Informationsgehalt mit der Anzahl der Klassen;
- die Form der Verteilung: Bei konstanter Klassenzahl steigt der Informationsgehalt der Variablen mit der Annäherung an eine Gleichverteilung der Wahrscheinlichkeiten und erreicht dort sein Maximum". (Mittenecker, 1973, S. 49)

Für die informationstheoretische Quantifizierung von Stimulus- und Responseinformationsgehalt eines Items folgt:

Anzahl und Auftrittswahrscheinlichkeiten der Klassen einer Variablen müssen bekannt sein.

Hiermit sind die beiden entscheidenden Selektionskriterien für die Aufgaben bezüglich ihrer informationstheoretischen Quantifizierbarkeit gegeben.

Sequentielle und strukturelle Abhängigkeiten von Einzelelementen bzw. Variablenklassen werden bei der Berechnung nicht berücksichtigt und ggf. durch Modifizierung und bei Neukonstruktion von Aufgaben ausgeschlossen, sodaß Redundanz zweiter Ordnung hinreichend gering gehalten wird.

Auf Grund der Anzahl und der Auftrittswahrscheinlichkeiten der Klassen einer Variablen können zusätzlich zum "mittleren Informationsgehalt" weitere informationstheoretische Parameter wie die "relative Information", die "absolute" und die "relative Redundanz" bestimmt werden.

Die Relation zwischen Stimulus- und Reaktionsinformation läßt sich als absoluter (Differenz) oder relativer (Quotient) Betrag an verarbeiteter Information ausdrücken. Beide Parameter können natürlich, soweit es sinnvoll erscheint, zu den anderen Kennwerten (informationstheoretischen) in Beziehung gesetzt werden.

Oben (s.S.91) wurden 5 Intelligenzdimensionen festgelegt, an denen sich die Itemselektion orientieren soll. Geht man nun der Frage nach, ob unter denjenigen Aufgaben aus der Jäger'schen Batterie, welche die fünf Hauptfaktoren tragen, jeweils mindestens ein geeigneter, informationstheoretisch quantifizierbarer Vertreter ist, so ergibt sich folgendes Bild:

Das "Anschauungsgebundene Denken" ist besonders durch gute Leistungen bei "Mosaik"-Aufgaben gekennzeichnet. Bei diesen Aufgaben ist die Klassenzahl der Stimulusvariablen und der Reaktionsvariablen vorgegeben. Die relativen Häufigkeiten der Klassen, als Grundlage zur Bestimmung der entsprechenden Auftretswahrscheinlichkeiten, sind feststellbar.

Die Aufgabenstellungen zur Erfassung von "Einfallsreichtum und Produktivität" sind überwiegend sprachlicher Art.

Als Beispiel für Items mit sehr hoher Ladung auf diesen Intelligenzfaktor sei der "I-Test", der durch den "Insight-Test" von Sargent (1953) angeregt wurde, angeführt. Im I-Test kommt es darauf an, "möglichst viele verschiedene Erklärungsmöglichkeiten" für ein Verhalten/einen Sachverhalt anzugeben.

Zum Beispiel: "Verhalten: X findet viele Menschen sympathisch." (Jäger, 1967, S.265) Der Versuch, diesen "Testreiz" informationstheoretisch zu quantifizieren, wirft verschiedene Fragen auf: -Sind die Klassen der Stimulusvariablen auf dem Buchstabbenniveau, auf dem Wortniveau oder auf dem Satzniveau zu definieren?

-Wie groß ist die Grundgesamtheit der betreffenden Klassen?

-Welche Auftretswahrscheinlichkeiten besitzen sie?

Ebenso problematisch ist es, Klassen der Lösungsmöglichkeiten, deren Anzahl und deren Auftretswahrscheinlichkeiten zu bestimmen.

Der I-Test wie auch die anderen in Frage kommenden Intelligenzaufgaben sind demnach mit den gegenwärtig verfügbaren methodischen Hilfsmitteln, wenn überhaupt, nur mit einem hier nicht realisierbaren hohen Aufwand informationstheoretisch zu quantifizieren.

In Konsequenz hierzu wird es erforderlich, nach zur Erfassung des Intelligenzfaktors "Einfallsreichtum und Produktivität" geeigneten Aufgaben zu suchen, die zugleich auch unter informationstheoretischem Aspekt quantitativ definierbar sind.

Unter den Items, die den Faktor "Konzentrationskraft und Tempomotivation" ansprechen, finden sich mehrere, deren informationstheoretische Quantifizierung ohne Schwierigkeiten möglich ist. Zum Beispiel: "X-größer" (S.224), "Gleiche Zahlen" (S.232), "Buchstabendurchstreichen" (S. 268).

Stimulusvariablen sind hier Zahlen- und Buchstabenrepertoires. Ihr Umfang und die Auftrittswahrscheinlichkeiten ihrer Elemente bzw. Klassen, können leicht festgestellt werden oder durch entsprechende Modifikationen festgelegt werden. Gleiches gilt für die Responserrepertoires. Sie umfassen bei den drei genannten Items nur jeweils zwei Alternativen.

Die Funktionseinheit "Verarbeitungskapazität, formallogisches Denken und Urteilsfähigkeit" ist in erster Linie durch Leistungen bezüglich verbal formulierter Problemstellungen charakterisiert. Der vorgesehenen Beschreibung mittels Informationsmaßen für solche Items, wie "Tatsache-Meinung" (S.263), stellen sich die gleichen Schwierigkeiten entgegen, wie sie oben für die Aufgaben zur Erfassung von "Einfallsreichtum und Produktivität" beschrieben wurden. Aus diesem Grund müssen auch für die hier relevante Intelligenzdimension kennzeichnende Items gefunden werden, welche einer informationstheoretischen Quantifizierung offen stehen.

Als fünfte Hauptkomponente intelligenten Verhaltens soll (kurzfristige) "Merkfähigkeit" in die Untersuchung einbezogen werden. Jägers Testmaterial enthält drei Arten von Merkaufgaben:

"Namenmerken" (S.273), "Zahlenmerken" (S.274), "Figurenmerken" (S.274).

Bei Aufgaben wie "Zahlenmerken" sind Stimulus- und Responsevariable gleich, nämlich die Gesamtheit der 2-stelligen Zahlen. Die Population ist somit bekannt. Die Auftrittswahrscheinlichkeiten der einzelnen Variablenklassen, d.h. von 2-stelligen Zahlen, ist ohne weiteres feststellbar bzw. durch entsprechende Modifikation festlegbar. Die informationstheoretische Quantifizierung dieser Items bereitet somit keine Schwierigkeiten.

Für die Aufgabengruppen "Namenmerken" und "Figurenmerken" lassen sich die Fragen nach der Klassenzahl der Variablen "Namen" und "Figuren" sowie ihren Auftrittswahrscheinlichkeiten ohne umfangreiche Analysen nicht befriedigend beantworten.

Um materialbedingte Komponenten intellektueller Disposition und einige andere informationstheoretisch nicht ohne weiteres quantifizierbare Variablen zu erfassen, sind mehrere Variationen der für diese Untersuchung ausgewählten Items vorgesehen. Eine Analyse der Effekte dieser Variationen setzt voraus, daß die informationstheoretischen Parameter konstant gehalten werden. Es müssen also Variablenumfang und Klassenwahrscheinlichkeit gleich bleiben.

Umgekehrt sind für eine sinnvolle Interpretation informationstheoretischer Parameter die unter informationstheoretischem Aspekt nicht faßbaren Wirkungen zu kontrollieren.

Auf der Grundlage des in den vorstehenden drei Abschnitten umrissenen Konzeptes und unter Berücksichtigung der in diesem Zusammenhang angesprochenen Gesichtspunkte kann nun die Itemselektion praktisch durchgeführt werden.

Erstellung der Itemstichprobe - praktisches Vorgehen

Die nachstehend beschriebenen 56 Einzelaufgaben sind formal in 5 Gruppierungen eingeteilt. Diese Einteilung orientiert sich an den 5 Hauptfaktoren intelligenten Verhaltens, die abgebildet werden sollen. Sie benutzt folgende Bezeichnungen:

F I; F II; F III; F IV; F M;

Innerhalb der 5 Aufgabengruppen werden die einzelnen Aufgabentypen fortlaufend mit arabischen Ziffern versehen, z.B.: F I, 1.

Weitere Variationen bestimmter Aufgabentypen werden durch Zusatzindizes angezeigt, z.B.: F I, 1_G. Die Einführung zusätzlicher Indizes erfolgt jeweils am konkreten Beispiel.

Neben dieser 'Arbeitskennzeichnung' erhält jedes Item eine kurze verbale Benennung unter dem Stichwort 'Aufgabentyp'. Sie soll die gedankliche Vergegenwärtigung einzelner Items in der weiteren Darstellung dieser Studie erleichtern.

Für die statistische Auswertung und die Weiterverarbeitung der Testdaten erwies sich eine durchgehende Nummerierung aller Variablen, d.h. der 56 Items und der 4 zusätzlichen Variablen als sinnvoll.

Diese Nummerierung weicht z. Teil von der Reihenfolge der ursprünglichen 'Arbeitskennzeichnungen' ab. Deshalb wird bereits im folgenden Abschnitt jeweils auf sie verwiesen.

Im Anhang (S.400) ist das gesamte Testmaterial nach den Variablennummern geordnet beigelegt und zur besseren Veranschaulichung einsehbar.

Eine 'Liste aller Variablen' im Anhang (S.396) ermöglicht Orientierung und Überblick über die Gesamtheit der Variablen und die verwendete Nomenklatur.

Testblätter bzw. Testvorlagen und zugehörige Antwortblätter sind in den folgenden Abschnitten, die die praktische Erstellung der Itemstichprobe behandeln, als im Verhältnis 2 : 1 verkleinerte Abbildungen wiedergegeben.

Vorweg sei darauf hingewiesen, daß für Items zur Repräsentation der Intelligenzfaktoren 'Anschauungsgebundenes Denken' (F I), 'Einfallsreichtum und Produktivität' (F II) sowie 'Konzentrationskraft und Tempomotivation' (F III) die reine Arbeitszeit auf 1 Minute festgelegt wird.

Begründung:

- Die feste Zeitgrenze ermöglicht eine ökonomische Testdurchführung im Gruppenverfahren.
- Die Einheitlichkeit der Zeitbegrenzung für alle betroffenen Items kommt der Vergleichbarkeit der Testresultate zugute.
- Bei dem großen Umfang der Itembatterie ist eine derartige Zeitbeschränkung mit Rücksicht auf die Belastbarkeit der Versuchspersonen und der Institutionen, die die Testteilnahme gestatten, geboten.

Die spezifische Eigenart von Aufgaben zur Erfassung der Intelligenzdimensionen 'Verarbeitungskapazität, formallogisches Denken und Urteilsfähigkeit' (F IV) sowie 'Merkfähigkeit' (F M) schließt eine vergleichbare Festlegung der Arbeitszeit aus.

Es wurde jedoch versucht, die Darbietungszeit für Teststimuli bei diesen Items aneinander anzugleichen.

Was die informationstheoretische Quantifizierbarkeit der Aufgaben betrifft, so wird die anschließende Beschreibung und Diskussion nur darauf eingehen, ob die Voraussetzungen

hierfür gegeben sind. Spezifische informationstheoretisch-quantitative Indizes werden im Rahmen der Auswertung eingehender behandelt werden.

Repräsentation des Intelligenzfaktors "Anschauungsgebundenes Denken"

F I, 1_G - Modifizierter Mosaiktest (16)/ohne Elementenzwischenraum;

Variable 2 (siehe Anlage Seite 403)

Auf dem Jäger'schen Hauptfaktor "Anschauungsgebundenes Denken" besitzt der Mosaiktest (vgl. HAWIE, Wechsler, 1956) die höchste Ladung. Da Items mit 16-Felder-Mustern höhere Ladungen aufweisen als Aufgaben mit 9-Felder-Mustern, sollen hier solche mit 16 Feldern verwendet werden.

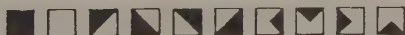
Folgende Gründe machen eine Modifikation der Originalform des Mosaiktests für diese Untersuchung erforderlich:

- Die Aufgaben sollen im Gruppenverfahren applizierbar sein.
- Stimulus- und Response-Repertoire der Aufgaben sollen einen Umfang = 10 Elemente erhalten.

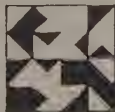
Bei einer zusätzlichen Itemvariation sollen ihre Einzelelemente leichter diskriminierbar werden, sodaß eine unmittelbare Vergleichbarkeit mit anderen Intelligenzitems, denen das Repertoire der 10 (leicht diskriminierbaren) Ziffern oder der Buchstaben als Elementenmaterial zugrunde liegt, erreicht wird.

Der 'Modifizierte Mosaiktest' hat folgende Form:

FI, AI_G NAME: Testvorlage



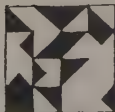
Übungsbeispiel



Nr. 1



Nr. 2



Nr. 3



Nr. 4



Nr. 5



Nr. 6



Als Reizvorlage dienen 16-Felder Muster.

Das Original-Stimulusrepertoire des Mosaiktests umfaßt:



rot weiß rot/weiß

Dieses Repertoire der Stimuluselemente wird in Anlehnung an Kirst und Dickmeyer (1970, Seite 60) erweitert:



Hieraus ergeben sich, wenn man alle Drehungsmöglichkeiten der Elemente berücksichtigt, 10 Stimulus- und 10 mit diesen identische Responsealternativen:



Diese 10 Elemente werden im weiteren Symbole genannt.

Sie sind auf den betreffenden Testvorlagen und den zugehörigen Antwortblättern oben wiedergegeben.

Häufigkeits- und Wahrscheinlichkeitsverteilung der Stimuluselemente:

- Alle 10 Symbole haben gleiche Auftrittswahrscheinlichkeit und insgesamt (= über alle 6 Muster) gleiche relative Häufigkeit.
- Es besteht annähernde Gleichverteilung innerhalb der 16-Felder-Muster (Ergodizität).
- Abhängigkeit (bedingte Wahrscheinlichkeiten) der Elemente voneinander - entweder innerhalb oder zwischen den Mustern - existieren nicht.

Die Testvorlage umfaßt 7 Symbolmuster, wovon eines als Übungsbeispiel dient. (siehe Testbogen S. 115)

Die Muster sollen nicht mit Hilfe von Würfeln nachgelegt, wie im Originaltest vorgesehen, sondern in entsprechende "leere" Muster "schematisch" übertragen werden. Hierfür steht ein entsprechendes Antwortblatt zur Verfügung.

FI, AI

NAME:

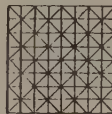
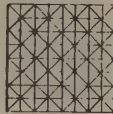
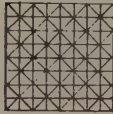
Antwortblatt



Übungsbeispiel 1

Nr. 1

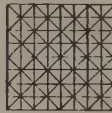
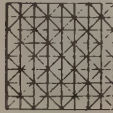
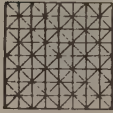
Nr. 1



Nr. 2

Nr. 2

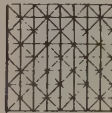
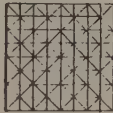
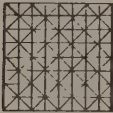
Nr. 2



Nr. 3

Nr. 3

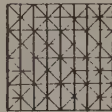
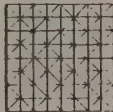
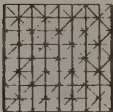
Nr. 3



Nr. 4

Nr. 4

Nr. 4



JGR

Der Proband hat die 10 Response-Alternativen und deren schematische Wiedergabe während des Versuchs in schriftlicher Form - oben auf dem Antwortblatt abgedruckt - vor sich.

Die 6 Symbolmuster sollen als Reizvorlagen der Reihe nach, ohne Zwischenpausen, innerhalb einer Zeitspanne von 1 Minute, so vollständig wie möglich in die entsprechenden Muster des Antwortblattes transponiert werden.

Kein Proband wird innerhalb der vorgegebenen Zeitgrenze alle Muster vollständig übertragen können.

Erfasst wird die Gesamtleistung jeder Versuchsperson, das heißt die Summe der Leistungen bei den einzelnen Mustern.

Dieser 'modifizierte Mosaiktest' genügt auch dem Kriterium der informationstheoretischen Beschreibbarkeit. Nach dem Klassifikationschema von Posner (1964) zählt er zu den Informationserhaltungsaufgaben.

Die informationstheoretische Quantifizierbarkeit ist ebenfalls gegeben. Die einzelnen Muster, Anordnungen von je 16 Symbolen, werden als Anordnung eindimensionaler Reize bzw. Variabler aufgefaßt.

Da jedes der 10 alternativen Symbole gleiche Auftrittswahrscheinlichkeit besitzt und keine bedingten Abhängigkeiten existieren, kommt jedem Symbol ein Informationsbetrag von 3.32193 bit zu.

- Auf potentielle Unterschiede in der optischen (visuellen) Identifizierbarkeit der Einzelelemente und ihre informationstheoretische Wertung soll im Rahmen der Ergebnisinterpretation eingegangen werden.

Jedes richtig aus dem Stimulismuster in das Responsemuster übertragene Symbol zeigt demnach eine Informationsübertragungs- bzw. -erhaltungsleistung von 3.3 bit an.

Unter der Voraussetzung, daß die schematische Markierung im Response-Schema keine zusätzliche Informationsverarbeitungsleistung erfordert, sind in diesem Fall Informationsübertragungsleistung und gesamte Informationsverarbeitungsleistung gleich.

Für die Gültigkeit der genannten Prämisse sprechen folgende Punkte:

- Die schematischen Pendants der Symbole lehnen sich möglichst nah an das Original an.
- Vorweg gibt jeweils die Bearbeitung eines Übungsbeispiels Gelegenheit, sich mit dem Testmaterial vertraut zu machen.
- Die Prämisse ist allenfalls bei den allerersten Items dieser Art nicht vollständig erfüllt, jedoch bei den in der Testvorlage späteren Aufgaben infolge eines - in den Resultaten eindeutig nachweisbaren - Übungseffektes zunehmend ganz gegeben.

Es wird angestrebt, den Aufwand für die motorische Realisation der Responses über alle Aufgaben der Testbatterie möglichst konstant zu halten. Daher kann der Aspekt "motorische Realisation" bei der Vorstellung der einzelnen Items zunächst unberücksichtigt bleiben, wird aber im Rahmen der Auswertungs- und Interpretationsphase möglicherweise aufzugreifen sein.

Die hier ausführlich vorgestellte Testaufgabe läßt sich anhand eines Schemas, das auch für alle noch einzuführenden vorzustellenden Items Verwendung findet, im Überblick wie folgt beschreiben:

Itemcharakteristik:

Stimuluselemente:

- Typ: Symbole
- Repertoireumfang: 10
- Dimensionalität: 1-dimensional
- Anordnung: Muster
- Abstand zwischen Elementen: nein
- Häufigkeits-, Wahrscheinlichkeitsverteilung: Gleichverteilung
- Folge: zufällig

Responseelemente:

- Typ: Symbole
- Repertoireumfang: 10
- Dimensionalität: 1-dimensional
- Anordnung: Muster
- Abstand zwischen Elementen: ja
- Häufigkeits-, Wahrscheinlichkeitsverteilung: Gleichverteilung
- Folge: zufällig

Stimulus- und Responserepertoire besitzen gleichen Umfang. Sie werden als bezüglich ihrer Verhaltensrelevanz gleichwertig angenommen.

Diese Annahme wird jedoch empirisch geprüft werden.

Der 'Modifizierte Mosaiktest' im Vergleich mit anderen Aufgaben:

Variable 2 weist per inspektionen Übereinstimmungen vor allem mit den Aufgaben zur Repräsentation des Faktors "Konzentrationskraft und Tempomotivation" auf (F III, 1, 2, ..., vgl. S. 157 ff.)

Er stellt eine "information conservation task" dar. Die beiden Markiertvariablen für Intelligenzdimension III, 'Gleiche Zahlen' (F III, 1) und 'Buchstaben durchstreichen' (F III, 2) und ihre Variationen sind "information reduction tasks".

Der Umfang der Stimulusvariablen, also des Reizelementenrepertoires, ist beim Mosaiktest wie bei F III, 3 und F III, 4 gleich $U = 10$. Als Stimuli fungieren beim 'Modifizierten Mosaiktest' univariate Reize, bei den Items zu Faktor III teils univariate (F III, 2: Einzelbuchstaben) und teils multivariate Reize (F III, 1: vierstellige Zahlen).

Stimulus- und Responserpertoire des 'Modifizierten Mosaiktests' sind vom Elemententyp her identisch (jeweils Symbole), bei F III, 1 und F III, 2 sind sie verschieden.

Ein weiterer Unterschied zwischen 'Modifiziertem Mosaiktest' und den beiden Vergleichsaufgaben betrifft den verwendeten Elemententyp: Symbole, wie im 'Modifizierten Mosaiktest' sind weniger überlernt als Ziffern oder Buchstaben, weniger leicht verbalisierbar und vermutlich auch schwerer diskriminierbar und identifizierbar.

Bei den Items F III, 1 und F III, 2 sind Reize und Reaktionen als Sequenzen, beim 'Modifizierten Mosaiktest' als Muster zugeordnet.

F I, 1_Z - Modifizierter Mosaiktest (16)/mit Elementenzwischenraum;

Variable 1 (siehe Anlage Seite 401 u. 402)

Wie beschrieben dienen im 'Modifizierten Mosaiktest' 16-Felder-Muster als Stimulusvorlagen. Innerhalb der Muster schließen die 16 Symbole ohne Abstand unmittelbar aneinander an (siehe F I, A 1_G - Testvorlage)

Die Einzelelemente sind hier deshalb vermutlich schwerer diskriminierbar und identifizierbar (auch bei vergleichbar hohem Bekanntheitsgrad) als bei Mustern bzw. Sequenzen von Buchstaben oder Ziffern.

Um mögliche Effekte dieses Fehlens eines Abstandes zwischen den einzelnen Elementen auf die Leistung der Versuchspersonen kontrollieren zu können, wird zusätzlich folgende Variation des 'Modifizierten Mosaiktests' geschaffen:

Zwischen den einzelnen Feldern eines Musters soll ein geringer Abstand existieren; die Distanz soll jedoch nicht zu groß sein, damit das Gesamtmuster noch als Gestalt wirkt (siehe F I, A 1_{ZW} - Testvorlage).

Ansonsten erfährt der Modifizierte Mosaiktest in dieser Variation (F I, A 1_{ZW}) keinerlei Veränderung.

FI, AI₂

NAME:

Testvorlage



Übungsbeispiel:



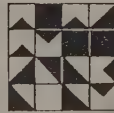
Nr. 1



Nr. 2



Nr. 3



Nr. 4



Nr. 5



Nr. 6



JGR

Itemcharakteristik: (siehe F I, 1_G)

F I, 2 - 'Symbole reproduzieren';

Variable 3 (siehe Anlage Seite 404)

Ziel einer zweiten zusätzlichen Variation des Modifizierten Mosaiktests ist es, die Wirkung einer Anordnung von Stimuluselementen als Muster im Vergleich zu einer Anordnung als Sequenz zu erfassen. Informationen hierüber versprechen vor allem im Hinblick auf Vergleichsmöglichkeiten mit Resultaten der Items zu den Intelligenzfaktoren II und III von Wert zu sein.

FI, A2

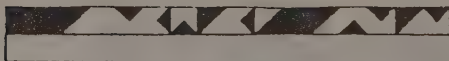
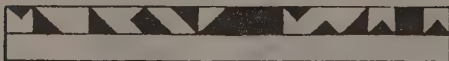
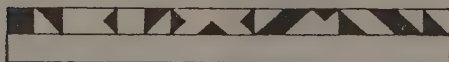
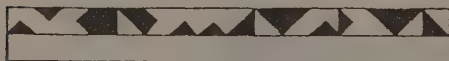
NAME: * Testblatt



Übungsreihe:



- - -



JGW

Der Proband hat die Aufgabe, nacheinander ohne Pausen 6 Zeilen zu je 16 Symbolen innerhalb einer Minute soweit als möglich schriftlich zu reproduzieren. Das heißt, diese Aufgabe ist bis auf die Anordnung der Symbole in Zeilen und den Umstand, daß jedes Symbol in eine unmittelbar darunter befindliche Zeile zu übertragen ist, identisch mit der ursprünglichen Form des Modifizierten Mosaiktests.

Die Entscheidung für eine Wiedergabe unmittelbar unterhalb des betreffenden Symbols auf dem Testblatt selber liegt darin begründet, daß auf diese Weise die Analogie zu den Markiervariablen der Faktoren II und besonders III gewahrt bleibt. Denkbare weitere Variationen müssen aus ökonomischen Gründen unterbleiben.

Itemcharakteristik:

Stimuluselemente:

- Typ: Symbole
- Repertoireumfang: 10
- Dimensionalität: 1-dimensional, das heißt Einzelelemente
- Anordnung: Sequenz
- Abstand zwischen Elementen: nein
- Häufigkeits-, Wahrscheinlichkeitsverteilung: Gleichverteilung
- Folge: zufällig, das heißt keine bedingte Wahrscheinlichkeiten

Responseelemente:

Stimulus- und Responserépertoire identisch (stimmen überein).

siehe Aufgabe F I, 1_G

F I, 3 - 'Symbole durchstreichen';

Variable 4 (siehe Anlage Seite 405)

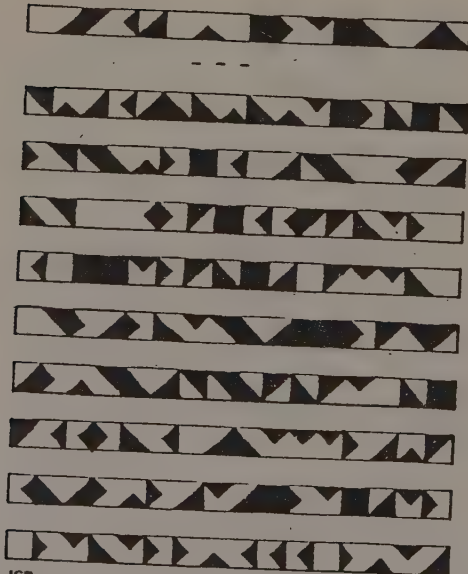
Diese Aufgabe ist identisch mit dem Jäger'schen Item "Buchstaben durchstreichen" (sofern ein begrenztes Repertoire von 10 gleich häufigen Buchstaben verwendet wird) bis auf den Typ der Stimuluselemente: Symbole statt Buchstaben. Analog könnte dieses Item 'Symbole durchstreichen' heißen.

FI, A 3

NAME: _____ Testblatt



Übungsreihe:



JGR

Der Antwortmodus hat gegenüber dem Originalitem 'Buchstaben durchstreichen' eine geringfügige Modifikation erfahren:

gleiche Stimuli (hier: Symbole) sind doppelt durchzustreichen;
ungleiche Stimuli sind durchzukreuzen.

Von dem oben beschriebenen Item F I, A 2 unterscheidet sich diese Aufgabe hinsichtlich

a) des Reaktionsmodus:

Das Symbol  ist doppelt durchzustreichen, die anderen 9 Symbole sind durchzukreuzen.

b) des Responserепertoires:

Elemententyp: **X, //** (Symbole)

Umfang: 2

Itemcharakteristik:

Stimuluselemente:

- Typ: Symbole
- Repertoireumfang: 10
- Dimensionalität: Sequenz
- Abstand zwischen Elementen: nein
- Häufigkeits-, Wahrscheinlichkeitsverteilung: Gleichverteilung
- Folge: zufällig

Responseelemente:

- Typ: Symbole
- Repertoireumfang: 2
- Anordnung: Sequenz
- Abstand zwischen Elementen: ja
- Häufigkeits-, Wahrscheinlichkeitsverteilung: 1/10, 9/10
- Folge: zufällig

Stimulus- und Responserепertoire sind bezüglich der Elemente (Elementeninhalte) und ihres Umfangs verschieden.

Die genaue Position von F I, 3 im Beziehungsgeflecht der Intelligenzdimension soll die Untersuchung klären.

Informationstheoretisch gesehen ist F I, 3 eine Informationsreduktionsaufgabe. Jede Realisation einer Responsealternative entspricht einer durchschnittlichen Informationsreduktion von 2.85 bit bzw. einer durchschnittlichen Informationsabgabe von .47 bit bei einer durchschnittlichen Stimulus-Information von 3.32 bit.

F I, 4_{Zw} und F I, 4_G - 'Symbole durchstreichen Zw/G';

Variable 5 und 6 (siehe Anlage Seite 406 u. 407)

Aufgabe F I, A 4 ist prinzipiell identisch mit der soeben behandelten Aufgabe F I, A 3 bis auf einen Aspekt.

Die Häufigkeit und die Auftretswahrscheinlichkeit des kritischen "gleichen" Symbols ▼ verhält sich zu Häufigkeit und Auftretswahrscheinlichkeit der anderen 9 "ungleichen" Symbole insgesamt wie 1/4 zu 3/4 (analog den Originalitems "BD").

Diese Aufgabe wird in 2 Variationen dargeboten:

Bei F I, 4_{Zw} existiert zwischen den einzelnen Reizelementen ein geringer Abstand.

FI, A 4_Z

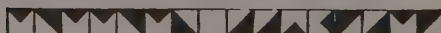
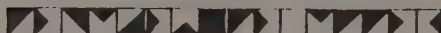
NAME:

Testblatt



Übungsreihe:





Bei F I, 4_G ist zwischen den einzelnen Reizelementen kein Abstand
vorhanden (vergleiche F I, 1_G und F I, 1_{Zw}).

FI, 4_G

NAME : _____ Testblatt

Übungsreihe:



- - -



JGR

Itemcharakteristik: siehe F I, 3.

F I, A 5_{Zw} und F I, A 5_G - 'Symbol-Ziffern-Test';

Variable 7 und 8 (siehe Anlage Seite 408 u. 409) *

Diese Items entsprechen dem "Zahlen-Symbol-Test" nach Wechsler (1956), die in diese Studie als 'Ziffern-Symbol-Test' Eingang findet.

Nähere Beschreibung Seite

In der hier verwendeten Form sind jedoch statt den Ziffern Symbole, den Symbolen Ziffern zuzuordnen, sodaß diese Version des 'Ziffern-Symbol-Tests' 'Symbol-Ziffern-Test' heißen könnte.

F I, A 5_Z

NAME :

Testblatt

1	4	2	6	5	3	7	8

Übungsreihe:

- - -

JCB

Von den bisher besprochenen 6 Aufgaben unterscheidet sich F I, A 5 vor allem bezüglich des Reaktionsrepertoires.

Itemcharakteristik:

Stimuluselemente:

- Typ: Symbole
- Repertoireumfang: 10
- Dimensionalität: 1-dimensional
- Anordnung: Sequenz
- Abstand zwischen Elementen: $F I, 5_{Zw}$: ja / $F I, 5_G$: nein
- Häufigkeits-, Wahrscheinlichkeitsverteilung: Gleichverteilung
- Folge: zufällig

Responseelemente:

- Typ: Ziffern
- Repertoireumfang: 10
- Dimensionalität: 1-dimensional
- Anordnung: Sequenz
- Abstand zwischen Elementen: ja, da Ziffern
- Häufigkeits-, Wahrscheinlichkeitsverteilung: Gleichverteilung
- Folge: zufällig

Stimulus- und Responserepertoire beinhalten jeweils verschiedene Elemente (Symbole - Ziffern), besitzen aber gleichen Umfang.

Der "Zahlen-Symbol-Test" ist nicht in Jägers Itempool vertreten. Er wurde jedoch (siehe Seite 168) in einer Modifikation, welche bezüglich der verwendeten Symbole an die anderen Items dieser Untersuchung angeglichen wurde, und in einigen weiteren systematischen Abwandlungen für die vorliegende Arbeit mit ausgewählt.

Hierfür sprechen folgende Gründe:

- a) Es handelt sich beim 'Symbol-Ziffern-Test' um Items, die sehr wahrscheinlich den Intelligenzfaktor "Konzentrationskraft und Tempomotivation" repräsentieren, zu den Informationserhaltungsaufgaben zählen und informationstheoretisch quantifizierbar sind.
- b) Im 'Symbol-Ziffern-Test' sind 2 der 3 für Intelligenzleistungen wesentlichen Materialtypen vertreten: Symbole, Ziffern.
- c) Anhand des 'Symbol-Ziffern-Tests' kann der Effekt von Verschiedenheit des Stimulus- und des Responserepertoires näher untersucht werden.

Die Aufgabe F I, 5 wird in 2 Variationen dargeboten:

als F I, 5_{zw}, wobei zwischen den einzelnen Reizelementen ein geringer Abstand existiert (siehe Testvorlage Seite 128);

als F I, 5_c, wobei zwischen den einzelnen Reizelementen kein Abstand vorhanden ist.

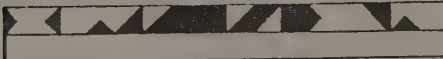
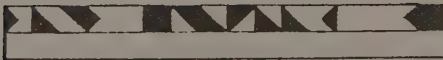
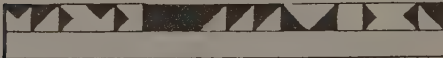
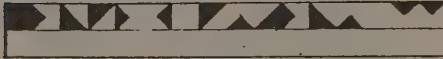
FI, A5_c

NAME:

Testblatt



Übungsreihe:



JCR

F I, 6 - 'Ziffern reproduzieren';

Variable 9 (siehe Anlage Seite 410)

Dieses Item weicht von Item F I, A 2 allein bezüglich des Elementen-
typs ab: Ziffern statt Symbolen.

Der Proband hat die Aufgabe, (im Anschluß an die Bearbeitung einer
Übungszeile) 6 Zeilen zu je 16 Ziffern nacheinander ohne Zwischen-
pausen möglichst vollständig schriftlich zu reproduzieren. Hierfür
steht 1 Minute Zeit zur Verfügung. Die Arbeitsbezeichnung dieser
Aufgabe lautet: 'Ziffern reproduzieren'!

F I, A 6

F I, A 7

Name:

1009210069489533

eaagieaacgufqboo

-- --

-- --

4514289090155734

aebbdouoauoiobau

3043235049982619

ggficeggeaaufof

9100428389650241

qcbciueofobougoe

3835349312388204

iofggobacgdecoed

8847399834447850

bbibdgeaudfabeuu

0645966109684736

adeicbedfa3ddfd

9900772985545880

bbeaaofdauoii1bea

1619475695631295

bfqfdcegi1aogdgo

6090970665553322

gaogeffuadbcubic

8246642836537300

qcbgbqaaaobacgbu

Itemcharakteristik: siehe bei F, I 2 (Seite 123)

F I, 7 - 'Buchstaben reproduzieren';

Variable 10 (siehe Anlage Seite 410)

Testblatt siehe Seite 131;

Die Aufgabenstellung bleibt identisch gegenüber den Items F I, 2 'Symbole reproduzieren' und F I, 6 'Ziffern reproduzieren' bis auf den Elemententyp: Buchstaben statt Symbolen bzw. Ziffern. Es findet ein "beschränktes" (reduziertes) Buchstabenrepertoire des Umfangs $U = 10$ Verwendung.

Die konkrete Beschreibung des Repertoires findet sich auf Seite 163.

Itemcharakteristik: siehe bei F I, 2 (Seite 123)

F I, 8 - 'Ziffernmuster übertragen (16)';

Variable 11 (siehe Anlage Seite 411 u. 412)

Aufgabe F I, 8 ist identisch mit dem 'Modifizierten Mosaiktest'

F I, 1_G und F I, 1_{Zw} bis auf den Elemententyp: Ziffern statt Symbolen.

Von Item F I, 6 unterscheidet sie sich ebenfalls nur in einem Punkt: die Elemente, also Ziffern, sind hier in 16-Felder-Mustern angeordnet statt in Zeilen und werden in "leere" Muster auf einem Antwortblatt übertragen statt in freie Zeilen auf der Testvorlage selber.

Die Zahl 16 hinter der Aufgabenbezeichnung weist auf den Umfang des Musters hin.

F I, A 8

F I, A 9

Name:

6 7 9 9

8 2 7 1

9 2 5 3

8 4 1 0

— —

9 8 7 5

9 2 9 7

7 3 2 5

4 3 6 6

9 1 0 0

8 4 0 1

7 2 5 6

1 0 8 9

3 9 5 4

6 1 2 7

6 1 8 9

4 3 5 8

5 9 4 5

2 8 4 5

2 3 6 8

3 8 1 0

5 2 5 4

8 9 0 2

5 0 9 4

4 0 5 3

c d g g

f i d e

g i b o

f u e a

— —

g f d b

g i g d

d o i b

u o c o

g e a a

f u f e

d i c c

e a f g

o g b u

c e i d

c e f g

u o b f

b g u b

i f u b

i o c f

o f e a

b i b u

f g a i

b a g u

u a b o

Itemcharakteristik: siehe bei F I, 1 (Seite 119)

F I, 9 - 'Buchstabenmuster übertragen (16)';

Variable 12 (siehe Anlage Seite 411 u. 412)

Aufgabe F I, 9 ist identisch mit dem 'Modifizierten Mosaiktest' F I, 1_G und F I, 1_{zw} und Item F I, 8 bis auf den Elemententyp: Buchstaben statt Symbolen bzw. Ziffern (siehe Seite 115, 120, 133). Von Item F I, 7 'Buchstaben reproduzieren' unterscheidet sie sich ebenfalls nur in einem Punkt: die Elemente, also Buchstaben, sind hier in 16-Felder-Mustern angeordnet statt in Zeilen und sind in 'leere' Muster auf einem Antwortblatt zu übertragen statt in freie Zeilen auf der Restvorlage selber.

Itemcharakteristik: siehe bei F I, 1 (Seite 119)

F I, 10_{Zw} und F I, 10_G - 'Symbolaggregate durchstreichen';

Variable 13 und 14 (siehe Anlage Seite 413 u. 414)

Die Items F I, 10 entsprechen mit einer Ausnahme dem JÄGERSchen Item "Gleiche Zahlen": statt 4-stelligen Zahlen finden 4-stellige Symbolaggregate als Stimuluselemente Verwendung.

Der Antwortmodus hat gegenüber dem Originalitem "Gleiche Zahlen" eine geringfügige Modifikation erfahren:

gleiche Stimuluselemente (hier: Symbolaggregate) sind doppelt durchzustreichen:

ungleiche Stimuli sind durchzukreuzen.

Von Aufgabe F I, 4_{Zw} und F I, 4_G unterscheidet sich dieses Item allein bezüglich der Dimensionalität der Stimuluselemente:

Statt um 1-dimensionale handelt es sich hier um 4-dimensionale Stimuluselemente, nämlich um 4-stellige Symbolaggregate.

Sie stimmen auch in bezug auf die Häufigkeits- bzw. Wahrscheinlichkeitsverteilung der einzelnen Klassen der Reizvariablen überein.

Itemcharakteristik: siehe bei F III, 1 (Seite 158)
und bei F I, 4_{Zw'G} (Seite 127 bzw. 125)

Aufgabe F I, 10 wird in 2 Variationen dargeboten:

- als F I, 10_{Zw}, wobei zwischen den einzelnen Reizelementen ein geringer Abstand existiert;
- als F I, 10_G, wobei zwischen den einzelnen Reizelementen kein Abstand vorhanden ist.

FI, A10_z

NAME: _____

Testblatt



JGR

FI, A 10_G

NAME :

Testblatt



JGR

Aufgabe F I, 10 spricht, davon wird ausgegangen, Leistungen der Intelligenzdimension "Konzentrationskraft und Tempomotivation" an; sie ist zugleich unter die Informationsreduktionsaufgaben einzureihen und erfüllt das Kriterium der informationstheoretischen Quantifizierbarkeit.

F I, 11 - 'Ziffernmuster übertragen (4)';

Variable 15 (siehe Anlage Seite 415 u. 416)

Dieses Item unterscheidet sich von der Aufgabe I, 8 allein dadurch daß die Elemente in 4-Felder-Mustern statt in 16-Felder-Mustern angeordnet sind.

Gegenüber dem 'Modifizierten Mosaiktest' (F I, 1_G und F I, 1_{Zw}) variiert F I, 11 hinsichtlich des Elemententyps: hier stehen Ziffern statt Symbolen als Elemente.

Im Vergleich zu F I, 6 sind bei F I, 11 die Ziffern hier in 4-Felder-Mustern angeordnet und in "leere" Muster eines Antwortblattes zu übertragen statt in Zeilen und direkt darunter.

F I, A 11

Testvorlage

F I, A 12

Name:

9 9 1 7 3 5 0 1
7 6 8 2 2 9 4 8

g g e d o b a e
d c i f i g u f

5 7 7 9 5 2 6 6
8 9 2 9 3 7 3 4

b d d g b i e c
f g i g o d o u

0 0 1 8 6 6 9 8
1 9 4 8 2 7 0 1

a a i f c c g f
e g u f i d a e

4 5 7 2 9 8 8 5
9 3 1 6 1 6 3 4

u b d i g f f b
g o e c e c o u

5 4 5 4 8 6 0 1
9 5 8 2 3 2 8 3

b u b u f c a e
g b f i o i f o

4 5 2 0 4 9 3 5
2 3 9 8 0 5 0 4

u b i a u g o b
i b g f a b a u

1 2 9 7 6 5 7 3
5 2 4 7 0 8 6 7

e i g d e b d o
b i u d a f c d

Itemcharakteristik: siehe bei F I, 1 (Seite 119)

F I, 12 - 'Buchstabenmuster übertragen (4)';

Variable 16 (siehe Anlage Seite 415 u. 416)

Variation F I, 12 ist kongruent mit F I, 11 bis auf den Elemententyp: bei F I, 12 bilden Buchstaben statt Ziffern die Elemente.

F I, A 11 Name:
Antwortblatt

F I, A 12
Antwortblatt

☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐

JGR

☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐

Itemcharakteristik: siehe bei F I, 11 (Seite 139 bzw. 119)

F I, 13_{ZW} und F I, 13_G - 'Modifizierter Mosaiktest (4)';

Variable 17 und 18 (siehe Anlage Seite 417, 418, 419)

Item F I, 13 variiert gegenüber F I, 11 und F I, 12 in bezug auf den Elemententyp: als Stimulus- und Responseelemente dienen Symbole statt Ziffern bzw. Buchstaben.

In allen anderen Punkten stimmen die 3 Aufgaben überein.

F I, A 13_Z

NAME : _____

Testvorlage



Übungs-
beispiele :



- - -



JGR

Von den Aufgaben F I, 1_G und F I, 1_{Zw} unterscheidet sich dieser Item-
typ nur bezüglich der Elementenanordnung:

statt 4-Felder-Mustern kommen 16-Felder-Muster zur
Anwendung.

Es handelt sich also um eine Variation des 'Modifizierten Mosaiktests'.
Die "4" hinter der Itembezeichnung gibt die Mustergröße an.

F I, A 13_G

NAME : _____

Testvorlage



Übungs-
beispiele :





JGR

Die Aufgabe wird in 2 Versionen appliziert:

als F I, 13_{Zw} , wobei zwischen den einzelnen Reizelementen
kein Abstand vorhanden ist (siehe oben);

als F I, 13_G , wobei zwischen den einzelnen Reizelementen
ein geringer Abstand existiert.

F I, A 13

NAME : _____

Antwortblatt



Übungs-
beispiele :



FOR

Itemcharakteristik: siehe bei F I, 1

Repräsentation des Intelligenzfaktors

"Einfallsreichtum und Produktivität"

Bei Aufgaben dieser Art stehen als Leistung nicht Erhaltung oder Reduktion, sondern die Produktion von Information im Vordergrund. Der Proband soll nach vorgegebenen Regeln, durch welche das Reaktionsrepertoire und damit die maximale Reaktionsinformation definiert sind, Information produzieren.

Die Jäger'schen Items, die die Fähigkeiten Einfallsreichtum und Produktivität erfassen sollen, sind ob der mit ihrer informationstheoretischen Quantifizierbarkeit verbundenen Problematik für dieses Untersuchungsvorhaben nicht geeignet (siehe Seite 109f.).

Aus diesem Grund muß auf andere Aufgaben zurückgegriffen werden.

- F II, 1_B beschr. - Buchstaben produzieren; Variable 19
F II, 1_S - Symbole produzieren; Variable 24
F II, 1_Z - Ziffern produzieren; Variable 27
-

(siehe Anlage S. 420)

Aufgabe F II, 1 stellt unseres Wissens eine Neukonstruktion dar.

F II, A 1

F II, A 1

Name:

Antwortblatt

a) 0, - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

b) a, - e, i, e, u, b, o, d, f, g

c) III O ▽ ▴ ▽ ▴ ▽ ▴ ▴

= = + = + = + = = + = =

= = + = = = = + = = = + =

- - -

= = + = = = = = + = + = =

= = + = = = = = = + = = +

= = + = + = = = + = = + =

= = + = = = + = = = = = =

= + = = = = = = = = + = +

= + = + = = + = + = + + =

= = = + + + + = = + + + + =

= = = = = = = = = + = + =

= = = = = + = = = + = + =

= = = = = + + = = = = =

Aufgabenbeschreibung:

Stellvertretend für alle 3 Aufgabentypen soll das Item 'Buchstaben produzieren' eingehender behandelt werden.

Vor jedem Probanden liegt ein Blatt, auf welchem insgesamt 12 (davon 2 zur Übung) Zeilen mit "+"-Zeichen und "="-Zeichen in zufällig wechselnder Folge wiedergegeben sind. Unter jeder Zeile mit Zeichen befindet sich eine freie Zeile.

Die Aufgabe des Probanden besteht darin, unter jedes "+"-Zeichen ein "a" zu schreiben und unter jedes "="-Zeichen einen der Buchstaben e, i, o, u, b, c, d, f, g zu schreiben (vergleiche Seite 163).

Diese Buchstaben e, i, o, u, b, c, d, f, g sollen alle ungefähr gleich häufig und in unregelmäßiger Reihenfolge Verwendung finden. 2 Zeilen dienen dazu, sich mit der Aufgabenstellung vertraut zu machen. Für die Bearbeitung der anderen 10 Zeilen steht eine Bearbeitungszeit von insgesamt 1 Minute zur Verfügung. Der Aufgabenumfang ist so dimensioniert, daß es keinem der Probanden gelingen wird, alle 10 Zeilen zu bearbeiten.

Als Hilfestellung sind die genannten 10 Buchstaben oben auf dem Testblatt aufgeführt.

Zur Auswertung siehe unten.

Informationstheoretisch gesehen, zählt die hier beschriebene Aufgabe zu den 'information creation tasks'.

Die Informationskreation kommt bei diesem Item dadurch zustande, daß ein Stimulus ("=") mehreren Reaktionsklassen (z.B. e,i,o,u,b,c, d,f,g) zugeordnet wird.

Neben der Informationskreation findet auch eine (beschränkte) Informationserhaltung statt, da die Information der Stimulusvariable (Klassen: +, =) auf die Reaktionsvariable (Klassen: a,e,i,o,u,b,c, d,f,g) übertragen wird.

Bei den Items F II, 1 wird für die Bearbeitung genau das 'umgekehrte' Vorgehen gefordert wie bei den Informationsreduktionsaufgaben F III, 3, 4 und F I, 4 : es werden 2 (eindimensionalen) Stimulusklassen 10 (eindimensionale) Reaktionsklassen zugeordnet, statt den 10 (eindimensionalen) Stimulusklassen 2 (eindimensionale) Reaktionsklassen. Auch die Häufigkeits- bzw. Wahrscheinlichkeitsverteilungen von Stimulus- und Responsevariablen stimmen überein.

Das hier beschriebene Item F II, 1 wird in 3 Variationen dargeboten. Sie unterscheiden sich hinsichtlich des Elemententyps der Response-repertoires (siehe S. 144):

- F II, 1_B beschr. - Buchstaben produzieren; Variable 19
mit dem auf 10 Elemente beschränkten Buchstabenrepertoire als Reaktionsvariabler.
- F II 1_S - Symbole produzieren; Variable 24
mit 10 Symbolen als Reaktionsvariabler (vergleiche Seite 117)
- F II, 1_Z - Ziffern produzieren; Variable 27
mit den 10 Ziffern als Reaktionsvariabler.

Für alle 3 Versionen wird das gleiche Testblatt benutzt. Der Versuchsleiter instruiert die Probanden, jeweils die 2 nicht relevanten Elementenrepertoires im oberen Teil des Blattes zu streichen.

Die Bewertung der Leistung unterscheidet sich dergestalt, daß "der nicht mit der Stimulusinformation H (S) gemeinsame Teil der Reaktionsinformation - zumindest teilweise (soweit dem Reaktionsmodus entsprechend) - nicht als Fehler zu bewerten, sondern als 'schöpferische Leistung'" zu sehen ist (Mittenecker u.a., 1973; S. 220)

Itemcharakteristik:

Stimuluselemente:

- Typ: Symbole
- Repertoireumfang: 2
- Dimensionalität: 1-dimensional
- Anordnung: Sequenz
- Abstand zwischen Elementen: ja
- Häufigkeits-, Wahrscheinlichkeitsverteilung:
- Folge: zufällig

+	=
1/4	3/4

Responseelemente:

- Typ: Buchstaben (bzw. Symbole bzw. Ziffern)
- Repertoireumfang: 10
- Dimensionalität: 1-dimensional
- Anordnung: Sequenz
- Abstand zwischen Elementen: ja
- Häufigkeits-, Wahrscheinlichkeitsverteilung:

a	e	i	o	u	b	c	d	f	g
1/4	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12

- Folge: zufällig.

Stimulus- und Responserepertoire sind bezüglich der Elemente und bezüglich des Umfangs verschieden.

Diese tabellarische Charakteristik macht nochmals deutlich, daß die Relation zwischen Stimulus- und Responsevariablen bei Item F II, 1 reziprok dem Verhältnis von Stimulus- zu Responsevariablen bei Item F III, 4 ist.

Es wird unterstellt, dem Umstand, daß einmal "+" und "=", das andere mal stattdessen "x" und "≠" verwendet werden, komme keine wesentliche Bedeutung zu.

Unter dieser Voraussetzung besteht der einzige Unterschied zwischen dem Informationsreduktionsitem F III, 4 'Buchstaben durchstreichen', welches den Intelligenzfaktor "Konzentrationskraft" vertritt, und dem Informationsproduktionsitem F II, 1, welches den Intelligenzfaktor "Einfallsreichtum" anspricht, in der Reziprozität der Relationen von Stimulus- und Responsevariablen; alle anderen Itemvariablen sind konstant gehalten.

Somit wird die Relevanz dieses Unterschiedes empirisch prüfbar.

Dieser Gesichtspunkt war ausschlaggebend für die Entwicklung dieses Items und seine Aufnahme in die Testbatterie.

Die informationssteoretische Quantifizierbarkeit der Aufgabe bereitet, wie sich aus der tabellarischen Itemcharakteristik ablesen läßt, prinzipiell keine Schwierigkeiten: Stimulus- und Responserpertoire sind in bezug auf ihren Umfang und die Auftretswahrscheinlichkeiten ihrer Elemente bekannt.

Die Stimuluselemente besitzen einen durchschnittlichen Informationsgehalt von .81 bit.

Für die Auswertung wird die Einhaltung der Testinstruktion (annähernde Gleichverteilung und zufällige Abfolge der Buchstaben e,i,o,u,b,c,d,f,g) per inspektionem geprüft und der Testwert ggf. entsprechend korrigiert. Der durchschnittliche Informationsgehalt der Responseklassen beträgt dann ca. 3.19 bit.

(Auf dieser Basis können u.a.

- a) die absolute Informationsrealisation; das ist der Informationsbetrag, den die gesamten Testreaktionen einer Versuchsperson ohne Berücksichtigung der Stimulusinformation beinhalten,
- b) die Informationskreation; das ist die in den Testreaktionen enthaltene, gegenüber der Stimulusinformation neue Information,
- c) die Gesamtinformationsverarbeitungsleistung; Stimulus plus Responseinformation

definiert werden).

Dieses Testitem ist eine Modifikation von Aufgabe F II, 1 und unterscheidet sich von ihr nur in einem Punkt:

als Reaktionsrepertoire dienen 4-stellige Elementenaggregate; die Klassen der Responsevariablen sind also 4-dimensional.

Das Stimuluselement "=" wird hier 9.999 verschiedenen Reaktionsklassen (4-stellige Aggregate) zugeordnet. Dadurch ergibt sich eine gegenüber Aufgabe F II, 1 erhöhte (absolute) Informationsrealisation von 10.78 bit und eine erhöhte Informationskreation von 9.97 bit pro Reaktion.

Diese Versuchsvariation ermöglicht es u.a., den Einfluß unterschiedlicher Differenzen zwischen Stimulus- und Responseinformation auf die Informationskreation festzustellen.

Stimulus- und Responsevariable verhalten sich bei dieser Aufgabe reziprok der Beziehung zwischen den beiden Variablen bei den Items F III, 1 'Gleiche Zahlen' und F III, 6 'Gleiche Silben' sowie F I, 10 'Symbolaggregate durchstreifen'.

Item F II, 2 kommt in 4 Variationen, die sich bezüglich des Elementtyps des Responserepertoires und zum Teil auch bezüglich des Repertoireumfanges unterscheiden, zur Anwendung:

- F II, 2_B beschr. - Silben produzieren; Variable 20

mit 10 Buchstaben als Konstituenten von 4-stelligen Buchstabenaggregaten als Reaktionsvariabler.

- F II, 2_B Alph. - Silben produzieren; Variable 21

mit 26 Buchstaben (Alphabet) als Konstituenten von 4-stelligen Buchstabenaggregaten als Reaktionsvariabler.

- F II, 2_S - Symbolaggregate produzieren; Variable 25
mit 10 Symbolen als Konstituenten von 4-stelligen Symbolaggregaten
als Reaktionsvariabler.
- F II, 2_Z - Zahlen produzieren; Variable 28
mit den 10 Ziffern als Konstituenten von 4-stelligen Zahlen als
Reaktionsvariabler.

Itemcharakteristik: vergleiche Aufgabentyp F II, 1 Seite 147.

Bei Aufgaben vom Typ F II, 1 und F II, 2 inclusive ihrer Variationen hat der Proband informationstheoretisch gesehen zweierlei Leistungen zu erbringen:

- Information des Reizangebotes auf das Reaktionsrepertoire übertragen und
- zusätzlich (möglichst viel) neue Information (nach bestimmten Kriterien) zu realisieren.

Die Aufgabenart F II, 3 verlangt vom Probanden nicht, Stimulusinformation auf ein Reaktionsrepertoire zu übertragen, sondern nur neue Information nach bestimmten Kriterien zu realisieren:

Aufgabenbeschreibung:

Die Probanden erhalten die Instruktion, "möglichst schnell, möglichst viele verschiedene 4-stellige Telefonnummern (Silben, Symbolkombinationen) (-Buchstabenkombinationen-),

die mit der Ziffer 7 anfangen und mit der Ziffer 2 aufhören"
(die mit dem Buchstaben d anfangen und mit dem Buchstaben i aufhören)
(die mit dem Symbol O anfangen und mit dem Symbol ▷ aufhören)

in die Zeilen des vor ihnen liegenden Testblattes einzutragen.

Die Auswahl der 4-stelligen Elementenaggregate soll zufällig erfolgen. Zur Bearbeitung steht 1 Minute Zeit zur Verfügung.

Die erste und die vierte Position jedes der vierstelligen Responseaggregate sind vorweg festgelegt und bekannt, das heißt redundant; ihre Realisation beinhaltet demnach keine neue Information:

daher ist die maximale Anzahl von verschiedenen Kombinationen 10×10 , was 6.6 bit pro Reaktion entspricht.

Für die erste und die vierte Position bzw. Dimension innerhalb eines Elementenaggregates muß der Proband jeweils entscheiden, welches der beiden bekannten Elemente er realisieren wird. Jede Entscheidung entspräche einem Informationsbetrag von 1 bit.

Hieraus resultierte dann eine durchschnittliche Gesamtinformationsverarbeitungsleistung von $6,64 + 1 = 7,64$ bit pro Reaktion.

Die Speicherung und das Verfügbarhalten der Elemente der ersten und der vierten Dimension (z.B. $7 + 2$) an sich ist als Intelligenz- oder Informationsverarbeitungsleistung ohne Bedeutung. Für diese Annahme spricht auch, daß keiner einzigen Versuchsperson diesbezüglich auch nur 1 Fehler unterlief.

Itemcharakteristik:

Stimuluselemente: -

Responseelemente:

- Typ: Buchstaben (bzw. Symbole bzw. Ziffern)
- Repertoireumfang: 100
- Dimensionalität: 4-dimensional
2 relevante und 2 irrelevante Dimensionen
- Anordnung: Sequenz
- Abstand zwischen Elementen: ja
- Häufigkeits-, Wahrscheinlichkeitsverteilung: Gleichverteilung
- Folge: zufällig.

Der Aufgabentyp F II, 3 wird ebenso wie Typ F II, 2 in 4 Variationen appliziert:

- F II, 3_B beschr. - Silben erfinden; Variable 22
mit 10 Buchstaben als Konstituenten von 4-stelligen Buchstaben-
aggregaten als Reaktionsvariabler.
- F II, 3_B Alph. - Silben erfinden; Variable 23
mit 26 Buchstaben (Alphabet) als Konstituenten von 4-stelligen
Buchstabenaggregaten als Reaktionsvariabler.
- F II, 3_S - Symbolaggregate erfinden; Variable 26
mit 10 Symbolen als Konstituenten von 4-stelligen Symbolaggregaten
als Reaktionsvariabler.
- F II, 3_Z - Zahlen erfinden; Variable 29
mit den 10 Ziffern als Konstituenten von 4-stelligen Zahlen als
Reaktionsvariabler.

Die drei vorgestellten Aufgabengruppen zur Repräsentation der Intelligenzdimension "Einfallsreichtum und Produktivität" (Erfassung) sind ihrer Struktur nach den entsprechenden Markiervariablen der Jägerschen Untersuchung vergleichbar. Letztere zeigen jedoch mehr inhaltliche Aufgabenstellungen.

Die Relevanz der hier realisierten strukturellen Eigenart von Items muß sich in der praktischen Anwendung erweisen:

Die ausgewählten 3 Itemgruppen müssen faktorenanalytisch eine Einheit bilden, die sich von den anderen intelligenztheoretisch definierten Aufgabengruppen dieser Untersuchung entsprechend abhebt.

Alle beschriebenen Aufgaben genügen den Kriterien der informations-theoretischen Beschreibbarkeit und der informationstheoretischen Quantifizierbarkeit.

Tabellarische Zusammenstellung der Items,

die die Intelligenzdimension "Einfallsreichtum und Produktivität" repräsentieren sollen, unter dem Aspekt der unterschiedlichen Elementen typen ihrer Responsevariablen:

Elemententyp der Responsevariablen	Aufgabe	im Anhang als Variable	Seite
10 Buchstaben	F II, 1	19	420
10 Buchstaben	F II, 2	20	421
26 Buchstaben	F II, 2	21	421
10 Buchstaben	F II, 3	22	422
26 Buchstaben	F II, 3	23	422
10 Symbole	F II, 1	24	420
10 Symbole	F II, 2	25	421
10 Symbole	F II, 3	26	422
10 Ziffern	F II, 1	27	420
10 Ziffern	F II, 2	28	421
10 Ziffern	F II, 3	29	422

Repräsentation des Intelligenzfaktors

"Konzentrationskraft und Tempomotivation"

Als den obengenannten Selektionskriterien hinreichend genügend werden die Aufgaben "Gleiche Zahlen" und "Buchstaben durchstreichen" (Jäger, 1967, Seite 232 und 258) ausgewählt.

F III, 1 - 'Gleiche Zahlen'

Variable 30 (siehe Anlage Seite 423)

Das Item 'Gleiche Zahlen' entstammt wie gesagt dem Jäger'schen Itempool

F III, A 1

Testblatt

Name:

4372

4372 6114 5174 3820 3147 4372 9609 1516 5438 7784

- - -

5119 4372 4979 4372 4940 1077 9814 8389 3719 2406
4372 6114 6514 4372 7870 9806 4372 6131 9166 5986
5443 4372 7773 4372 4372 1989 4372 5481 8864 4372
5567 4372 1601 2489 1308 0041 4372 8145 7615 4372
2818 4059 2110 1888 5849 0386 4372 4372 3236 5932
4372 2480 6339 7979 4372 6304 0942 1024 6254 6233
4372 0570 4372 3353 1912 6629 4372 1619 5530 0130
5499 1718 9461 2322 8389 7325 6819 6463 8317 4372
7052 2268 5088 1600 4372 0404 4372 0807 3306 3523
0250 4372 9745 7206 4234 0314 4372 1577 7066 5329

Aufgabenbeschreibung:

Jeder Proband erhält ein Testblatt mit 11 Zeilen 4-stelliger Zahlen, wovon die erste Zeile dem sich Vertrautmachen mit der Aufgabenstellung dient, zur Bearbeitung.

Gegenüber der Originalaufgabe wurden einige Modifikationen vorgenommen:

- Der Proband hat in jeder Zeile die oben stehende Zahl 4372 doppelt durchzustreichen, alle anderen Zahlen durchzukreuzen (siehe oben).
- Die Zeilen sind von links nach rechts zu bearbeiten.
- Die Anordnung der Zahlen wurde leicht abgewandelt.
- Zur Bearbeitung steht 1 Minute Zeit zur Verfügung.
- Auch die Häufigkeitsverteilung bzw. die Auftretswahrscheinlichkeit wird geändert (siehe Itemcharakteristik).

Zweck dieser Modifikationen ist es, Aufgabe F III, 1 mit den anderen in Frage kommenden Items dieser Untersuchung besser vergleichbar zu machen.

Dabei wird angenommen, daß diese geringfügigen Abänderungen die Eignung der Aufgabe zur Repräsentanz der Intelligenzdimension "Konzentrationskraft und Tempomotivation" nicht beeinträchtigen.

Itemcharakteristik:

Stimuluselemente:

- Typ: Ziffern
- Repertoireumfang: 10 000 (Anzahl aller 4-stelligen Ziffernkomb.)
- Dimensionalität: 4-dimensional, das heißt 4-stellige Zahlen bzw. Ziffernaggregate
- Anordnung: Sequenz
- Abstand zwischen Element: ja
- Häufigkeits-, Wahrscheinlichkeitsverteilung:

4372	alle anderen 4-stelligen Zahlen, Ziffernkombinationen zusammen
1/4	3/4

- Folge: zufällig

Responseelemente:

- Typ: Symbole (//, x)
- Repertoireumfang: 2
- Dimensionalität: 1-dimensional
- Anordnung: Sequenz
- Abstand zwischen Element: ja
- Häufigkeits-, Wahrscheinlichkeitsverteilung:

//	x
1/4	3/4

- Folge: zufällig

Innerhalb Posners informationstheoretischer Taxonomie ist 'Gleiche Zahlen' den "information reduction tasks" zuzuordnen. Stimulus- und Responserepertoire unterscheiden sich in bezug auf ihren Umfang als auch in bezug auf Typ und Dimensionalität der Elemente, die sie beinhalten.

Die informationstheoretische Betrachtung unter quantitativem Aspekt ergibt folgendes Bild:

Die durchschnittliche Information der 4-dimensionalen Stimuli beträgt bei Berücksichtigung der obengenannten Auftretswahrscheinlichkeiten 10.78 bit. Aus dem Umfang des Responserepertoires $U = 2$ ergibt sich eine maximale durchschnittliche Information von 1 bit pro Reaktion. Letztere reduziert sich bei Berücksichtigung der Häufigkeit von identischen und nichtidentischen Stimuli: 1/4 zu 3/4 auf den Betrag von ca. 0.81 bit, womit auch die pro 'richtige' Reaktion übertragene Information festgelegt ist.

Da demnach die durchschnittliche Transinformation pro Testreaktion geringer ist als die durchschnittliche Information der Stimulusklassen, fordert dieses Item Informationsreduktionsleistungen.

F III, 2 - 'Buchstaben durchstreichen'/Alphabet als Buchstabenrepertoire

Variable 31 (siehe Anlage Seite 423)

Das Item 'Buchstaben durchstreichen' wurde für diese Untersuchung ganz analog dem Item 'Gleiche Zahlen' in bezug auf den Antwortmodus etwas abgeändert (siehe Seite 157).

F III, A 2

Testblatt

Name:

n

nddtndgndstennwvzvunrpnctocaryrfnnidseh

- - -

zrcknmfnfmsdbarnjebxnycusxxpnnwbwnongn
tflensnxfnfgfnmluzbylnuoerrrenkbpuznrzbv
uackjbzkrqtdbtbuknnlonpynlanoopaoonny
nlannwulu jndnnnnnbbdvvnwnnyggfwrvxzsi
quedianwvdmnnnnsqwnbzplzlenhshziwaoann

Diese Aufgabe unterscheidet sich von der vorangehend beschriebenen in folgenden Punkten:

- Als Stimuluselemente dienen die 26 Buchstaben des Alphabets.
- Die Stimuluselemente sind 1-dimensional.

Itemcharakteristik:

Stimuluselemente:

- Materialtyp: Buchstaben (Alphabet)
- Repertoireumfang: 26
- Dimensionalität: 1-dimensional (Einzelbuchstaben).
- Anordnung: Sequenz
- Abstand zwischen Element: ja
- Häufigkeits-, Wahrscheinlichkeitsverteilung:

n	Restalphabet
1/4	3/4

jeweils 3/100

- Folge: zufällig

Responseelemente:

- Materialtyp: Symbole (//, x)
- Repertoireumfang: 2
- Dimensionalität: 1-dimensional
- Anordnung: Sequenz
- Abstand zwischen Element: ja
- Häufigkeits-, Wahrscheinlichkeitsverteilung:

//	x
1/4	3/4

- Folge: zufällig

F III, 2 'Buchstaben durchstreichen' ist genau wie die Aufgabe 'Gleiche Zahlen' eine Informationsreduktionsaufgabe.

Die durchschnittliche Information pro Responseelement bei Berücksichtigung der Stimulushäufigkeiten sowie die durchschnittliche Transinformation pro Reaktion bleiben mit 0.81 bit gleich.

Die durchschnittliche Information der Klassen (Buchstaben des Alphabets) der Stimulusvariablen beträgt 4.28 bit.

Hieraus ergibt sich eine veränderte durchschnittliche Informationsreduktion von 3.47 bit pro Reaktionsalternative.

F III, 3 - 'Gleiche Ziffern'

Variable 32 (siehe Anlage Seite 424)

Diese Aufgabe könnte in Analogie zu 'Gleiche Zahlen' als 'Gleiche Ziffern' benannt werden.

F III, A 3

Testblatt

Name:

7

7010743709457717555472572594223607788606

- - -

8532872570766584174394745993237729279737
8149797497920793486527266844718409827384
4724692215668231497780769570371145588778
7477793121737737771440370777199642370413
3718107971967774582725660507918592415977

'Gleiche Ziffern' stellt eine Variation der Items F III, 1 'Gleiche Zahlen' und F III, 2 'Buchstaben durchstreichen' dar.

Der Aufgabentyp unterscheidet sich von Item F III, 1 dadurch, daß die Stimuluselemente hier Ziffern statt 4-stelligen Zahlen, also 1-dimensional statt 4-dimensional sind. Diese Tatsache bedingt einen unterschiedlichen Umfang des Stimulusrepertoires:

10 (Ziffern) statt 9999 (Zahlen).

Ansonsten sind beide Aufgaben identisch.

'Buchstaben durchstreichen' und 'Gleiche Ziffern' differieren ebenfalls nur in einem Punkt:

Bei 'Gleiche Ziffern' dienen die Ziffern statt Buchstaben als Stimuluselemente. Hierdurch ist zugleich ein Unterschied bezüglich des Umfangs des Stimulusrepertoires bedingt: 10 (Ziffern) statt 26 (Buchstaben).

Vergleiche der Probandenleistungen bei Item F III, 3 mit Probandenleistungen bei den Items F III, 1 und F III, 2 erlauben die Abklärung von Effekten, die auf die genannten Unterschiede zurückzuführen sind.

Itemcharakteristik:

Stimuluselemente:

- Materialtyp: Ziffern
- Repertoireumfang: 10
- Dimensionalität: 1-dimensional
- Anordnung: Sequenz
- Abstand zwischen Element: ja
- Häufigkeits-, Wahrscheinlichkeitsverteilung:

7	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1/4	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12

- Folge: zufällig

Responseelemente:

identisch mit Item F III, 1 'Gleiche Zahlen' (siehe Seite 158)

Stimulus- und Responserepertoire unterscheiden sich in bezug auf ihren Umfang und in bezug auf den Materialtyp der Elemente, die sie beinhalten.

Der durchschnittliche Informationsgehalt pro Stimuluselement beträgt hier ca. 3.2 bit.

F III, 4 - 'Buchstaben durchstreichen'/
beschränktes Buchstabenrepertoire

Variable 33 (siehe Anlage Seite 424)

Diese Aufgabe verlangt vom Probanden 'Buchstaben durchstreichen' bei einem "beschränkten Buchstabenrepertoire".

F III, A 4

Testblatt

Name:

d

daeaduodagubddedbbbudibdbguifocaddffcao

- - -

fboifdibdadoobfueduogudubggoloddigldgdod
fegudgdugdgladgiufobidicofuudefuagfidofu
udinuogliebooffioeugddfadogbdaodeeubbffddf
dudddgoeledoddoddddeuuoaddddegguilodaueo
odefeadgdegoddubfidibocabadgefbgiebgdd

In Entsprechung zu den 10 Ziffern wird das Repertoire des Alphabets auf 10 Buchstaben reduziert: a, e, i, o, u, b, c, d, f, g. Es werden die 5 Vokale und die ersten 5 Konsonanten des Alphabets gewählt, da angenommen werden kann, daß dieses Repertoire besonders leicht zu lernen ist und damit einen dem Ziffernrepertoire vergleichbaren Vertrautheitsgrad erreicht. Eine weitere Analogie sind die Relationen 'Vokale-Konsonanten' und 'gerade Ziffern - ungerade Ziffern'.

Item F III,4 ist identisch mit Aufgabe F III, 2 bis auf die Beschränkung des Stimulusrepertoires auf 10 statt 26 Buchstaben. Von F III, 3 'Gleiche Ziffern' weicht diese Aufgabe allein in bezug auf den Elemententyp, der als Reiz Verwendung findet, Buchstaben statt Ziffern, ab. Auch der Repertoireumfang stimmt hier überein. Infolgedessen sind auch alle informationstheoretisch definierten quantitativen Kennwerte identisch (zumindest rechnerisch).

Itemcharakteristik:

Vergleiche bei Aufgabe F III, 3 'Gleiche Ziffern' und F III, 2 'Buchstaben durchstreichen' (siehe Seite 162 und Seite 160).

F III, 5 - 'Gleiche Silben' / Alphabet als Buchstabenrepertoire

Variable 34 (siehe Anlage Seite 425)

Diese Aufgabe wird als Analogon zu Item F III, 1 'Gleiche Zahlen' eingeführt. Sie könnte entsprechend 'Gleiche Silben' heißen.

F III, A 5

Testblatt

Name:

xyun

xyun noxb wsee mego rpan xyun yfigi dwus fjos tbfy

- - -

ruso xyun egrt xyun ndix rtio xjuo xcoz saop aeik
xyun oebw teta xyun akqy obto xyun lome elwr ixao
sakq xyun wdyo xyun xyun pfgw qfkl skor xyun
imic xyun sesl xoly xdvu qnxi xyun bgzs dpvv zrak
xyun psdb snsq yols sbpr lups xyun xyun yfus etea
xyun srso kmfb medb xyun arje ebxy cusx xpwv woft
xyun fnes xyun exwk atvt fonj xyun demw basf qiks
ybjo ovyx pliq qbrw vyjd opdd tdgd staw vavu xyun
rueb oear yrfi dseb xyun vtat xyun brwk ppnt dfis
klzr xyun xfbg aobe vuwb srng xyun jokp owul wkoa

JCR

Auch hier werden 4-dimensionale Stimuli verwendet.

Der Unterschied zwischen 'Gleiche Silben' und 'Gleiche Zahlen' liegt zum einen im Materialtyp der Stimuluselemente, Buchstaben des Alphabets statt Ziffern, und zum anderen damit auch im unterschiedlichen Umfang des Stimulusrepertoires.

Von F III, 2 'Buchstaben durchstreichen' unterscheidet sich dieses Item dadurch, daß hier die Stimuli 'Silben' statt Einzelbuchstaben, also 4-dimensional statt 1-dimensional sind.

Dieser Umstand bedingt natürlich auch einen unterschiedlichen Umfang des Stimulirepertoires, 456976 statt 26.

Itemcharakteristik:

Stimuluselemente:

- Materialtyp: Buchstaben (vollständiges Alphabet)
- Repertoireumfang: 456976
- Dimensionalität: 4-dimensional, das heißt 4-stellige Silben
- Anordnung: Sequenz
- Abstand: ja
- Häufigkeits-, Wahrscheinlichkeitsverteilung:

x y u n	alle anderen 4-stelligen Kombinationen zusammen
1/4	3/4

- Folge: zufällig

Responseelemente:

identisch mit Item F III, 1 (siehe dort Seite 158).

Der durchschnittliche Informationsgehalt pro Stimuluselement (4-stellige "Silbe") beträgt hier 16.1 bit.

F III, 6 - 'Gleiche Silben' / beschränktes Buchstabenrepertoire

Variable 35 (siehe Anlage Seite 425)

Hier handelt es sich um eine Variation der Aufgabe 5 'Gleiche Silben':
Statt des vollständigen Alphabets wird das auf Seite 163 beschriebene
"beschränkte Buchstabenrepertoire" verwendet.

F III, A 6

Testblatt

Name:

uefo

uefo qesu bedu ofla oend uefo goag ebeo buof ddfu

- - -

beeg uefo ugdg uefo ugua eadd gfeu fofg odeg luao
uefo oesu obeu uefo dfaa glao uefo ceoe geoo bgfo
buuo uefo dddo uefo uefo egfg uefo bufe ffou uefo
bbod uefo ceoe iufg eoaf saue uefo feub doeb uefo
ifef uabg ieba efff bfug aofo uefo uefo oioo bgol
uefo iufa ooog dgdg uefo ooa agui eaiu cibv oioo
uefo uodi uefo oobo ugei coig uefo eceg bboa aeoe
bugg edef guoe ioii fofg doib cfeg cuco foed uefo
dabi iiof baif eoaa uefo auau uefo ofad oaac obio
aiba uefo guab diao uiou aoou uefo ebdd daco boig

Diese Aufgabe und Aufgabe F III, 5 'Gleiche Silben' differieren also
nur hinsichtlich des Umfangs des Elementenrepertoires (10 statt 26)
und damit auch bezüglich des Stimulusrepertoires (10 000 statt 456976
Stimulusalternativen).

F III, 6 'Gleiche Silben' und Aufgabe F III, 1 'Gleiche Zahlen' sind
in bezug auf den Elemententyp verschieden, Buchstaben statt Ziffern,
ansonsten sind sie völlig identisch. Daher stimmen auch alle infor-
mationstheoretisch definierten, quantitativen Kennwerte beider Auf-
gaben überein (zumindest rechnerisch).

Im Gegensatz zu Item F III, 4 'Buchstaben durchstreichen' dienen bei
Aufgabe F III, 6 4-dimensionale Stimuli als Vorlage, wodurch natürlich
auch ein größeres Stimulusrepertoire gegeben ist (10 000 statt 10).

Eine Abklärung von Effekten, die möglicherweise durch das Testmaterial bedingt sind, kann durch Gegenüberstellung der Probanden-Leistungen bei den entsprechenden Aufgaben erfolgen:

a) Effekte, die in der Dimensionalität der Stimuli ihre Ursache haben, können durch folgende Aufgaben-Vergleiche überprüft werden:

Aufgabe:

F III,1 'Gleiche Zahlen'

F III,5 'Gleiche Silben'/Alphabet
als Buchstabenrepertoire

F III,6 'Gleiche Silben'/beschr.
Buchstabenrepertoire

Aufgabe:

F III,3 'Gleiche Ziffern'

F III,2 'Buchstaben durchstreichen'
Alph. als Buchstabenrepertoire

F III,4 'Buchstaben durchstreichen'
beschr. Buchstabenrepertoire

b) Zur Erfassung von Auswirkungen des Umfangs des Elementenrepertoires auf Leistungen werden die Daten folgender Aufgaben einander gegenübergestellt:

Aufgabe:

F III,4 'Buchstaben durchstreichen'/
beschränktes Buchstabenrepertoire

F III,6 'Gleiche Silben'/
beschränktes Buchstabenrepertoire

Aufgabe:

F III,2 'Buchstaben durchstreichen'
Alph. als Buchstabenrepertoire

F III,5 'Gleiche Silben'/ Alphabet
als Buchstabenrepertoire

c) Die Abklärung von Effekten, die durch den Elemententyp bedingt sind, kann durch Gegenüberstellung der Aufgaben

Aufgabe:

F III,2 'Buchstaben durchstreichen'/
beschr. Buchstabenrepertoire

F III,6 'Gleiche Silben'/
beschr. Buchstabenrepertoire

Aufgabe:

F III,3 'Gleiche Ziffern'

F III,1 'Gleiche Zahlen'

erfolgen.

F III, 7 - 'Ziffern-Symbol-Test'

Variable 36 (siehe Anlage Seite 426)

Einige Gründe dafür, daß der 'Zahlen-Symbol-Test' in verschiedenen Variationen in die Itembatterie dieser Untersuchung aufgenommen wird, wurden bereits auf Seite 129 genannt.

In Angleichung an die bisher geübte Nomenklatur wird der 'Zahlen-Symbol-Test' hier 'Ziffern-Symbol-Test' heißen.

Der Zahlen-Symbol-Test gilt allgemein als Test zur Erfassung von Fähigkeiten, wie sie die Intelligenzdimension "Konzentrationskraft und Tempomotivation" repräsentiert. Er fehlt jedoch im Jäger'schen Itempool.

Von den 6 anderen Aufgaben, die zur Erfassung von "Konzentrationskraft und Tempomotivation" vorgesehen sind, hebt sich diese Aufgabenart dadurch ab, daß sie zu den "information conservation tasks" rechnet, während erstere zu den "information reduction tasks" zählen.

Im Rahmen dieser Untersuchung ist es von Interesse zu überprüfen, ob der Zahlen-Symbol-Test trotz dieses strukturellen Unterschiedes eher eine Affinität zu dieser Gruppe von Intelligenzitems aufweist oder gerade deshalb den Informationsverhaltensaufgaben, die das "Anschauungsgebundene Denken" ansprechen, näher steht.

Aufgabenbeschreibung:

Der Proband erhält ein Testblatt, auf dem 6 Zeilen mit je 16 Ziffern zufälliger Folge abgedruckt sind. Er hat die Aufgabe, den Ziffern nach einer oben auf dem Testblatt angegebenen Regel je ein Symbol zuzuordnen. 1 Zeile ist zur Einübung vorgesehen. Als Symbole dienen in Abweichung vom Original die auf Seite 117 beschriebenen 10 Symbole.

F III, A 7 Testblatt NAME: _____

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
▷		▽	◁	△	△	▽	▽	△	○

9	2	8	2	2	3	8	0	2	6	6	8	9	1	8	5

- - -

4	8	6	1	4	9	2	8	5	5	8	3	6	0	1	9

7	7	8	9	8	7	5	9	7	4	8	7	8	0	0	4

4	5	2	1	8	6	3	3	8	6	1	9	2	2	0	0

2	4	0	8	1	3	9	1	8	5	4	9	0	7	7	8

5	3	8	1	0	3	5	4	5	5	6	1	1	6	0	3

JGR

Zur Bearbeitung steht, wie bei allen bisher beschriebenen Items,
1 Minute Zeit zur Verfügung.

Itemcharakteristik:

Stimuluselemente:

- Elemententyp: Ziffern
- Repertoireumfang: 10
- Dimensionalität: 1-dimensional
- Anordnung: Sequenz
- Abstand zu Element: ja
- Häufigkeits-, Wahrscheinlichkeitsverteilung: Gleichverteilung
- Folge: zufällig

Responseelemente:

- Elemententyp: Symbole
- Repertoireumfang: 10
- Dimensionalität: 1-dimensional
- Anordnung: Sequenz
- Abstand zwischen Element: ja
- Häufigkeits-, Wahrscheinlichkeitsverteilung: Gleichverteilung
- Folge: zufällig

Stimulus- und Responserepertoire besitzen gleichen Umfang, variieren jedoch in bezug auf den Elemententyp.

Die durchschnittliche Stimulusinformation beträgt 3.32 bit.

Mit ihr identisch ist der Betrag der Responseinformation - maximale Transinformation, das heißt ebenfalls 3.32 bit, vorausgesetzt.

Auf die Bestimmung der 'gesamten Informationsverarbeitungsleistung' pro Einzelreaktion ist weiter unten ausführlicher einzugehen.

F III, 8 - 'Ziffern-Buchstaben-Test'

Variable 37 (siehe Anlage Seite 427)

Um den Effekt des Typs der Responseelemente auf die Testleistungen abzuklären, wird der "Zahlen-Symbol-Test" in folgender Modifikation als F III, 8 'Ziffern-Buchstaben-Test' hinzugenommen:

F III, A8 Testblatt NAME: _____

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
u	e	f	i	g	c	d	o	b	a

5	8	3	6	0	1	9	7	7	8	9	8	7	5	9	7

- - -

4	8	7	8	0	0	4	4	5	2	1	8	6	3	3	8

6	1	9	2	2	0	0	2	4	0	8	1	3	9	1	8

5	4	9	2	8	2	2	3	8	0	2	6	6	8	9	1

8	5	4	8	6	1	4	9	2	8	5	9	0	7	7	8

5	3	6	1	0	3	5	4	5	5	6	1	1	6	0	3

JGR

An die Stelle der 10 Symbole treten die 10 Buchstaben a, e, i, o, u, b, c, d, f, g als Responsealternativen.

Unter informationstheoretischen Aspekten tritt hierdurch zumindest rein rechnerisch keine Änderung ein.

Itemcharakteristik:

Vergleiche F III, 7 'Ziffern-Symbol-Test' und F I, 5₂ 'Symbol-Ziffern-Test' (siehe Seite 170 und Seite 129).

F III, 9 - 'Ziffern-Ziffern-Test'

Variable 38 (siehe Anlage Seite 428)

Dem gleichen Zweck wie die Aufgabe F III, 8 'Ziffern-Buchstaben-Test' dient die Variation F III, 9 als 'Ziffern-Ziffern-Test'.

F III, A 9 Testblatt NAME: _____

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	8	1	2	9	6	7	3	5	0

2	1	8	6	3	3	8	6	1	9	2	2	0	0	2	4

- - -

0	8	1	3	9	1	8	5	4	5	8	3	6	0	9	7

7	8	9	8	7	5	9	7	4	8	7	8	0	0	4	4

5	2	1	8	2	2	3	8	0	2	6	6	8	9	1	8

5	4	8	6	1	4	9	2	8	5	9	0	7	7	8	5

3	8	1	0	3	5	4	5	5	6	1	1	6	0	3	2

Hier sind gegenüber dem Original des "Zahlen-Symbol-Tests" die 10 Symbole des Responserepertoires durch die Ziffern ersetzt. Das bedeutet: Stimulus- und Responserepertoire besitzen nicht nur gleichen Umfang, sondern sie sind auch bezüglich aller Elemente identisch. Informationstheoretisch gesehen gleicht diese Aufgabe (zumindest rein rechnerisch) vollständig den beiden vorangegangenen Items.

Itemcharakteristik:

Vergleiche F III, 7 'Ziffern-Symbol-Test' und F I, 5₂ 'Symbol-Ziffern-Test' (siehe Seite 170 und Seite 129).

F III, 10 - 'Buchstaben-Ziffern-Test'

Variable 39 (siehe Anlage Seite 429)

Diese Abwandlung des 'Zahlen-Symbol-Tests' soll es ermöglichen, die Auswirkung des Typs der Stimuluselemente auf die Testleistung zu prüfen.

F III, A 10 Testblatt NAME: _____

a	e	i	o	u	b	c	d	f	g
3	7	2	1	4	5	8	0	9	6

d	g	u	d	g	d	u	g	e	f	d	o	d	g	d	i

g	i	d	d	o	i	o	g	g	b	u	d	u	g	o	u

d	e	u	f	b	c	c	d	a	d	b	i	d	f	i	o

b	f	g	c	u	i	o	d	a	u	e	o	o	d	e	f

e	a	d	g	d	e	g	c	d	d	d	u	b	f	i	d

i	b	c	c	a	b	a	d	g	e	f	b	g	i	u	e

JGR

Der 'Buchstaben-Ziffern-Test' unterscheidet sich vom 'Ziffern-Ziffern-Test' dadurch, daß statt dem Repertoire der 10 Ziffern dem (beschränkten) Buchstabenrepertoire (U = 10) die Reizelemente entnommen sind. Unter informationstheoretischen Aspekten ergeben sich hierdurch keine Änderungen gegenüber den anderen Variationen des 'Zahlen-Symbol-Tests'

Itemcharakteristik:

Vergleiche F III, 7 'Ziffern-Symbol-Test' und F I, 5_z 'Symbol-Ziffern-Test' (siehe Seite 170 und Seite 129).

Eine weitere Variation fand bereits in der Aufgabengruppe, die den Intelligenzfaktor "Anschauungsgebundenes Denken" abdecken soll, Berücksichtigung: Der 'Symbol-Ziffern-Test' kommt, wie auf Seite 128f. beschrieben, in 2 Versionen zur Anwendung.

Durch entsprechende Vergleiche der empirischen Daten, die mit den verschiedenen Variationen des originalen "Zahlen-Symbol-Tests" von Wechsler gewonnen werden, können Rückschlüsse auf die Bedeutung und Verhaltensrelevanz verschiedener Stimulus- und Responserepertoires bei konstantem Repertoireumfang gezogen werden.

Für die vergleichende Auswertung stehen folgende Aufgaben zur Verfügung:

- F III, 7 - 'Ziffern-Symbol-Test'; Variable 36 (siehe Seite 168)
- F III, 8 - 'Ziffern-Buchstaben-Test'; Variable 37 (siehe Seite 171)
- F III, 9 - 'Ziffern-Ziffern-Test'; Variable 38 (siehe Seite 172)
- F III, 10 - 'Buchstaben-Ziffern-Test'; Variable 39 (siehe Seite 173)
- F I, 5_z - 'Symbol-Ziffern-Test'; Variable 7 (siehe Seite 128)

Repräsentation des Intelligenzfaktors

"Verarbeitungskapazität, formallogisches Denken und Urteilsfähigkeit"

Diese vierte Intelligenzdimension, die sich in Jägers (1967) Untersuchung zeigte, ist funktionaler Natur und materialunabhängig. Die meisten diesen Faktor beschreibenden Aufgaben sind verbal formulierte Problemstellungen. Sie sind informationstheoretisch (mit den gegenwärtig verfügbaren Methoden) nur unzureichend bzw. unter unrealisierbar hohem Aufwand quantifizierbar. Sie weisen jedoch wesentliche Merkmalübereinstimmungen mit den bezüglich des Informationsaspektes quantifizierbaren "Concept Formation Tasks" (Garner, 1962) auf. Daher wird zur Repräsentation des Intelligenzfaktors "Verarbeitungskapazität, formallogisches Denken und Urteilsfähigkeit" auf Konzeptbildungsaufgaben zurückgegriffen (vergleiche Seite 104 u. 110).

Was unter Konzeptbildungsaufgaben zu verstehen ist, soll mit Garner wie folgt definiert werden:

"In an experiment on concept formation, a subject is presented with a set of stimuli, either successively or simultaneously, and is required to respond differentially to be various stimuli to demonstrate that he can either learn or use some rule which determines which responses go with which stimuli". (Seite 310)

Von anderen üblichen Aufgaben unterscheiden sie sich hinsichtlich zweier Aspekte: "The first of these required characteristics is that the same response must be used for more than one stimulus".

"This second required characteristic is that the stimuli must be multivariate in nature". (Seite 311)

Nach dem Klassifikationsschema von Posner (1964) sind Konzeptbildungsaufgaben also den "information reduction tasks" zuzuordnen.

Bei der Entscheidung für die Aufnahme derartiger Items in die Testbatterie wird von der Annahme ausgegangen, daß sie den vierten Hauptfaktor intelligenten Verhaltens aus der Jäger'schen Untersuchung hinreichend vertreten.

Begründung:

Konzeptbildung verlangt

- die Auffassung und Verwertung mehrerer relevanter Stimulusvariabler (unterschiedlicher Anzahl) und betrifft damit die Verarbeitungskapazität,
- die Erfassung der Beziehungen zwischen den einzelnen Variablen und zielt demnach auch auf das formallogische Denken ab,
- die Unterscheidung zwischen relevanten und irrelevanten Variablen und spricht somit die Urteilsfähigkeit an.

Die allgemeine Hypothese und Voraussetzung lautet also, daß "concept formation tasks" ähnliche Leistungsanforderungen stellen wie die fraglichen Intelligenzitems, nämlich "Heranziehung und Verarbeitung von vielfältigen Informationen, wobei diese im Verlauf des Denkprozesses verfügbar zu halten, simultan zu überblicken und zueinander in Beziehung zu setzen sind" (Jäger, 1967; Seite 128).

Als Grundlage für Auswahl und Einordnung der benötigten Konzeptbildungsaufgaben dienten Beispiele und Klassifikationsvorschläge von Garner (1962; Seite 312 ff, 324 ff, 328 ff).

Zuordnungsschema für verschiedene Reaktionssysteme zu den 8 Reizen, die sich aus der Kombination dreier Alternativvariablen ergeben:

Reizvariable						Reaktionssystem							
a)			b)			1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	g	w	△	A	A	A	B	A	B	A	A
1	1	0	g	w	O	B	A	A	A	B	A	A	B
1	0	1	g	s	△	C	B	B	A	B	B	B	C
1	0	0	g	s	O	D	B	B	B	B	B	B	D
0	1	1	k	w	△	E	A	B	A	A	B	C	D
0	1	0	k	w	O	F	A	B	B	B	B	C	C
0	0	1	k	s	△	G	B	A	B	B	A	D	B
0	0	0	k	s	O	H	B	A	A	B	B	D	A

Reizvariable a) ergibt sich aus den 8 möglichen Kombinationen dreier Alternativvariablen, die jede die Klasse 1 = "vorhanden" und 0 = "nicht vorhanden" besitzen.

Reizvariable b) umfaßt die 8 möglichen Kombinationen der 3 Alternativvariablen Größe, Farbe, Form:

g = groß; w = weiß; △ = dreieckig
k = klein; s = schwarz; O = rund;

Kurze Charakteristik der 8 Reaktionssysteme:

(Garner, 1962; Seite 328 ff)

Garner setzt die Prämisse, daß nur dann von Begriffsbildung gesprochen werden könne, wenn die Reiz-variable durch mehr als eine Dimension gekennzeichnet sei, und wenn die Anzahl der Responsemöglichkeiten kleiner als die Anzahl der möglichen Stimulusklassen sei. Demnach beinhaltet Reaktionssystem 1 kein Konzeptbildungsproblem, sondern stellt eine Diskriminations-Aufgabe dar. Sie eignet sich zur Prüfung von Reaktionsfähigkeit, Diskrimination, absolutem Urteil, Assoziationspaarlernen; vergleiche auch Merkfähigkeits-Item 4 (siehe Garner, 1962; Seite 312).

Kennzeichnend für das Reaktionssystem 2, das einfachste Begriffssystem, ist, daß die alternative Reaktionsvariable nur mit einer Dimension der Reizvariablen, hier der zweiten Dimension bzw. der Dimension 'Farbe', korreliert. Der Proband muß herausfinden, daß die beiden anderen Stimulusdimensionen irrelevant sind. Die 'multiple kontingente Unbestimmtheit' zwischen der relevanten Stimulusvariablen und der Reaktionsvariablen beträgt 1 bit.

Bei Reaktionssystem 3 ist die Responsevariable unkorreliert mit den einzelnen Stimulusdimensionen, hingegen korreliert mit dem Dimensionenpaar 1/2 bzw. 'Größe' / 'Farbe'. Die Alternativvariable 3 bzw. 'Form' als dritte Dimension der Reizvariablen ist ohne Bedeutung für die richtige Reaktion des Probanden.

Die 'multi-kontingente Information' zwischen den relevanten Stimulusdimensionen 1/2 bzw. 'Größe' / 'Farbe' und der Antwortvariablen beträgt 1 bit.

Reaktionssystem 4 zeigt keinen Zusammenhang zwischen den einzelnen Stimulusdimensionen oder Paaren von ihnen und der Reaktionsvariablen. Die 'multiple kontingente Unbestimmtheit' zwischen der Kombination aller 3 Stimulusvariablen und der Reaktionsvariablen ist jedoch 1 bit. Um einen Reiz richtig beantworten zu können, müssen hier also alle 3 Stimulusdimensionen beachtet werden, sind alle 3 Dimensionen relevant (obwohl untereinander nicht korreliert).

Charakteristisch für Reaktionssystem 5 ist, daß die Reaktionsvariable unabhängig von den einzelnen Stimulusvariablen ist, aber mit dem Variablenpaar 2/3 bzw. 'Farbe' / 'Form' korreliert. Stimulusvariable 'Größe' ist hier irrelevant.

Auf Grund der spezifischen Häufigkeitsverteilung der Reaktionskategorien (bei gegebenem Repertoire) beträgt die 'multiple kontingente Information' zwischen dem relevanten Variablenpaar und der Reaktion 0.81 bit (siehe Mittenecker, 1973; Seite 213 ff, System 4).

Reaktionssystem 6 bestimmt, daß weder die einzelnen Stimulusvariablen noch Variablenpaare mit der Reaktionsvariablen korrelieren. Die 'multiple kontingente Unbestimmtheit' zwischen der Kombination aller 3 Stimulusdimensionen und der Responsevariablen ist aber 0.81 bit. Alle 3 Stimulusvariablen sind also, obwohl untereinander unkorreliert, relevant.

Die Reaktionssysteme 7 und 8 unterscheiden sich von den Systemen 2 bis 6 dadurch, daß sie 4 statt 2 Antwortkategorien beinhalten. Bei System 7 ist die Responsevariable unabhängig von den einzelnen Stimulusvariablen, korreliert hingegen mit dem Variablenpaar 1/2 bzw. 'Größe' / 'Farbe'. Stimulusvariable 3 bzw. 'Form' ist irrelevant. Die 'multiple kontingente Information' zwischen dem relevanten Stimulusvariablenpaar und der Reaktionsvariablen ist 2 bit (siehe Mittenecker, 1973; Seite 213, Reaktionssystem 3).

Für Reaktionssystem 8 gilt:

Die Anzahl der Antwortkategorien beträgt wiederum 4.

Weder die einzelnen Stimulusvariablen noch Variablenpaare korrelieren mit den Reaktionsvariablen.

Die 'multi-kontingente Unbestimmtheit' zwischen der Kombination aller 3 Stimulusvariablen und der Responsevariablen ist aber 2 bit.

Alle 3 Stimulusdimensionen sind also, obwohl voneinander unabhängig, relevant.

Die genannten 7 Konzeptbildungsprobleme variieren untereinander bezüglich zweier Aspekte:

- Anzahl der relevanten bzw. irrelevanten Stimulusvariablen;
(1, 2, 3)
- Betrag der kontingenten Information zwischen dem Stimulus und der Reaktionsvariablen; (0.81 bit, 1 bit, 2 bit)

Aus ökonomischen Gründen wird auf die Einführung relevanter oder irrelevanter Stimulusredundanz (das heißt von Korrelation zwischen den Stimulusvariablen) sowie eine Erhöhung der Anzahl relevanter oder irrelevanter Stimulusvariablen verzichtet.

Aufgabenbeschreibung:

Der Darbietungsmodus ist für die 4 unten angeführten Items gleich. Die Testdurchführung erfolgt im Gruppenverfahren.

Vor Beginn der Testteilnahme erhält jede Versuchsperson ein Blatt Papier plus Schreibstift.

Den Probanden wird mitgeteilt, daß ihnen eine Anzahl von Zeichen bzw. Zeichenkombinationen gezeigt werden wird. Auf jedes dieser Zeichen sei entweder mit "A" oder mit "B" zu antworten.

Die Antworten erfolgen schriftlich.

Den Versuchspersonen werden vorweg jeweils alle 8 Reizklassen und die zwei Reaktionsalternativen vorgestellt.

Im Anschluß auf die ausführliche Erklärung der Aufgabenstellung wird eine Zusatzinstruktion folgenden Inhalts erteilt:

Es sollte nicht versucht werden, die Zuordnung zwischen Stimuli und entsprechenden Response auswendig zu lernen, da dies in der verfügbaren Zeit nicht möglich sei, sondern es gebe jeweils eine bestimmte Zuordnungsregel, die es herauszufinden gelte.

Die Darbietung der Stimuli erfolgt sukzessiv und zwar per Diapositiv. Pro Aufgabe werden alle 8 Klassen der Stimulusvariablen zweimal in nicht unterbrochener zeitlicher Folge appliziert.

Die Abfolge ist festgelegt: Die ersten 8 der jeweils 16 Stimuli sind in unveränderter Reihnfolge direkt dem Schema Seite 176 entnommen. Die Folge der anderen 8 Stimuli ist nach einem Zufallsverfahren bestimmt worden:

1 1 1 g w Δ

1 0 1 g s Δ

0 0 1 k s Δ

1 1 0 g w O

0 1 1 k w Δ

0 0 0 k s O

0 1 0 k w O

1 0 0 g s O

Es wird jeweils 1 Reiz der Folge ca. 1 Sekunde lang an eine Filmleinwand projiziert. Der Proband entscheidet sich für eine der beiden Antwortalternativen (A; B) und bringt sie zu Papier.

Sobald alle Versuchspersonen ihre Antwort niedergeschrieben haben, projiziert der Versuchsleiter die Reaktionsalternative auf die Leinwand, welche nach dem spezifischen Responsesystem vorgesehen ist. Der Proband hat also die Aufgabe, das jeweilige Responsesystem herauszufinden und in seinen Antworten (zunehmend mehr) zu realisieren.

Ursprünglich war bei der Planung der Untersuchung vorgesehen, alle 7 Konzeptbildungssysteme (2 - 8) in der Itembatterie zu repräsentieren.

Im Vorversuch zeigte sich jedoch, daß bereits Responsesystem 4 bei nur zweimaliger Darbietung der Stimulusvariablen zu hohe Anforderungen an die intellektuellen Fähigkeiten der für die Untersuchung ausgewählten Personenstichproben stellt.

Eine Verlängerung der Reizfolge schied aus zeitökonomischen Gründen aus, da geplant ist, die verwendeten Aufgaben jeweils in 2 Versionen durchzuführen.

Aus diesem Grund wurden nur die beiden Reaktionssysteme 2 und 3 durch je eine Aufgabe repräsentiert (siehe Seite 176).

Diese beiden Aufgaben werden aber jeweils in 2 Versionen durchgeführt, sodaß insgesamt 4 Items die Intelligenzdimension "Verarbeitungskapazität, formallogisches Denken und Urteilsfähigkeit" repräsentieren

Arbeitskenn- zeichnung	Stimulus- variable*	Reaktions- system*	Aufgabentyp	Variable
F IV, 1	a)	2	1 Dimension identifizieren/ Ziffern	40
F IV, 2	a)	3	2 Dimensionen identifizieren/ Ziffern	41
F IV, 3	b)	2	1 Dimension identifizieren/ Symbole	42
F IV, 4	b)	3	2 Dimensionen identifizieren/ Symbole	43
F IV, $\frac{1,2,3,4}{4}$	Mittelwert der Aufgaben 1,2,3,4		Gesamtwert-Formallogisches Denken	

* siehe Seite 176

Die Aufgaben F IV, 1 und 2 unterscheiden sich also in erster Linie dadurch von den Aufgaben 3 und 4, daß die Alternativvariablen, aus welchen sich die Stimuli kombinieren, jeweils Ziffern beinhalten und identisch sind, während sie bei letzteren in Symbolen bestehen und verschieden sind.

Um unerwünschte Übungseinflüsse auszuschalten, wurden bei den Items F IV, 3 und 4 gegenüber F IV, 1 und 2 die relevante bzw. die relevanten Dimensionen variiert.

Als zusätzlicher Leistungsindex wurde der Durchschnitt aller 4 Aufgaben hinzugenommen, um als Zusatzinformation einen von Einzeleinflüssen relativ unabhängigen Wert zu erhalten.

Auf eine Variation der Items in bezug auf das Elementenmaterial wie bei den schon beschriebenen Aufgabengruppen wird verzichtet, da der hier angesprochene Intelligenzfaktor a priori als "materialunabhängig" aufgefaßt wird (vergleiche auch Jäger, 1967).

Responsevariable:

- Responserepertoire: Umfang = 2
- Dimensionen bzw. Einzelelemente pro Stimuli: 1
- Elementenrepertoire = Responserepertoire
- Elemente = Buchstaben
- Responseanordnung: zeitliche Sequenz
- Abstand: ja
- Häufigkeits- bzw. Wahrscheinlichkeitsverteilung: Gleichverteilung
- Folge: zufällig.

Stimulus- und Responsevariable differieren also bezüglich ihres Umfangs, der Dimensionalität der Variablenklassen sowie des Elemententyps.

Die spezifische Itemcharakteristik hat für alle 4 Items Gültigkeit.

Die durchschnittliche Information pro Stimulus beträgt 3 bit.

Die maximale Information pro Response sowie die durchschnittliche Information pro Response bei 'richtiger' Reaktion belaufen sich ebenso wie die kontingente Information zwischen Stimulus- und Responsevariabler auf 1 bit.

Die durchschnittliche Informationsreduktion pro 'richtige' Reaktion ist also gleich 2 bit.

Der Betrag der insgesamt verarbeiteten Information setzt sich aus der Stimulus- und der Responseinformation zusammen.

Die Auswertung umfaßt die Anzahl der "richtigen" Reaktionen.

Repräsentation des Intelligenzfaktors "Merkfähigkeit"

Wie schon oben angesprochen, schreiben ökonomische Gründe eine Beschränkung auf Items zur Prüfung des sogenannten Kurzzeitgedächtnisses vor.

M, 1₂ - 'Zahlen merken (2)'

Variable 53 (siehe Anlage Seite 436)

Diese Aufgabe ist weitgehend identisch mit dem von Jäger (1967, Seite 274) verwendeten "Zahlen merken" (2). Die "(2)" hinter der Bezeichnung macht deutlich, daß hier 2-stellige Zahlen Verwendung finden.

M Antwortblatt

Zahlen M

Name:

A 1 Folgende Zahlen wurden gezeigt:

28 71 42 39 87 65 92 58 44 73
32 97 53 21 76 14 62 85 72 33 68 49

A 2 Folgende Zahlen wurden gezeigt:

6980 9854 0242 8523 2284
5787 0447 3737 3451 5570 4035

A 3 Die 10 Ziffern wurden in folgender Reihenfolge gezeigt:

8 9 3 5 2 7 6 1 4 0
6 0 2 4 8 1 9 5 3 7

A 4 Ordnen Sie den Ziffern die entsprechenden Buchstaben zu

3 6 8 9 0 5 1 7 2 4
g e b c u i f a o d

8 1 2 6 7 3 9 4 0 5
f d c a g i b o e u

Aufgabenbeschreibung:

- Das Stimulusmaterial besteht in einer Folge von 10 bzw. 12 2-stelligen Zahlen.
- Auswahl und sukzessive Anordnung der Zahlen erfolgen nach einem Zufallsverfahren.
- Die Darbietung der Zahlen wird nicht wie bei Jäger akustisch, sondern visuell vorgenommen.

Begründung:

Die Aufgabe soll auch mit Symbolen als Elementen durchgeführt werden. Diese Symbole sind in für akustische Applikation verbalisierter Form nicht (durch alltäglichen Gebrauch) im gleichen Maß überlernt wie Ziffern und Buchstaben. Da außerdem auch alle anderen für diese empirische Untersuchung vorgesehenen Items visuell vermittelt werden, wurde im Interesse der Vergleichbarkeit der visuellen Darbietungsform der Vorzug gegeben.

- Beide Folgen werden in der Form appliziert, daß die Darbietungszeit pro Zahl ca. 1 Sekunde und die Pause zwischen 2 Darbietungen ebenfalls ca. 1 Sekunde betragen.
- Die Versuchspersonen sollen sich die dargebotenen Zahlen möglichst gut einprägen und
- diejenigen Zahlen, die sie sich merken konnten, in die hierfür vorgesehenen Zeilen des Antwortblattes schreiben;
(siehe Anlage Seite 436)
- die Reihenfolge der Wiedergabe ist dabei ohne Bedeutung;
- keiner der Probanden kann alle 10 bzw. 12 Zahlen richtig wiedergeben.
- Den Probanden werden hintereinander, jedoch separat, eine 10 und eine 12 Glieder lange Zahlenfolge vorgegeben. Die Rohwerte (= Anzahl richtig wiedergegebener Zahlen) beider Versuche werden gemittelt. Dieses Verfahren dient dazu, unerwünschte Effekte, wie sie besonders hier bei Merkaufgaben z.B. durch eine kurze Unaufmerksamkeit oder teilweises 'illegales' Abschreiben auftreten können, auch für die einzelnen Versuchspersonen abzuschwächen, kurz: das Item reliabler zu machen.

Itemcharakteristik:

Stimulusvariable und Stimuluselemente:

- Stimulustyp: 2-stellige Zahlen
- Umfang des Stimulusrepertoires: 100
- Dimensionen (Elemente) pro Stimulus: 2
- Anordnung der Stimuli: zeitliche Sequenz
- Folge der Stimuli: zufällig
- Elemententyp: Ziffern
- Umfang des Elementenrepertoires: 10
- Abstand zwischen Elementen bzw. Stimuli: ja
- Häufigkeits-, Wahrscheinlichkeitsverteilung von Elementen bzw. Stimuli: Gleichverteilung

Responsevariable: identisch mit der Stimulusvariable.

Jeder der 2-stelligen Reize besitzt eine Unbestimmtheit von 6.64 bit. Jede richtig reproduzierte 2-stellige Zahl entspricht deshalb ebenfalls 6.64 bit, indiziert also eine kurzfristige Speicherung von 6.64 bit.

M, 2_Z - 'Zahlen merken (4)'

Variable 54 (siehe Anlage Seite 436 u. 437)

Analog zur vorangehenden Aufgabe könnte diese "Zahlen merken (4)" heißen.

(siehe Antwortmuster S.182)

In der Benennung manifestiert sich bereits, daß hier das (vom Umfang her identische) Ziffernmaterial im Unterschied zu Item M, 1_Z 'Zahlen merken (2)' in einer Folge von fünf 4-stelligen bzw. sechs 4-stelligen Zahlen appliziert wird (siehe Antwortmuster, Seite 182).

In bezug auf die Durchführung stimmen beide Aufgaben überein, nur daß die 4-stelligen Zahlen 2 Sekunden dargeboten werden und zwischen je 2 Zahlen 2 Sekunden Abstand eingehalten wird.

Item M, 2_Z wird in das Testrepertoire aufgenommen, um eine gewisse Entsprechung für Aufgaben wie "Namenmerken" bei Jäger zu schaffen, bei denen es auch darum geht, mehr oder weniger lange Elementenaggregate kurzfristig im Gedächtnis zu speichern.

"Namenmerken" oder ähnliche Aufgaben können nicht direkt für diese Untersuchung übernommen werden, da bei ihnen Stimulus- und Response-repertoire nicht ohne weiteres informationstheoretisch sinnvoll quantifizierbar sind. (Elementen- oder Wortrepertoire? unterschiedliche Länge der Wörter; unterschiedliche relative Häufigkeits- und Auftretenswahrscheinlichkeiten der Wörter in den Wortpopulationen; Umfang der betreffenden Wortpopulationen? usw.)

Itemcharakteristik:

Stimulusvariable und Stimuluselement:

- Stimulustyp: 4-stellige Zahlen
- Umfang des Stimulusrepertoires: 10 x 10 x 10 x 10
- Dimensionen (Elemente) pro Stimulus: 4
- Anordnung der Stimuli: zeitliche Sequenz
- Folge der Stimuli: zufällig
- ÷ Elemententyp: Ziffern
- Umfang des Elementenrepertoires: 10
- Abstand zwischen Elementen bzw. Stimuli: ja
- Häufigkeits-, Wahrscheinlichkeitsverteilung von Elementen bzw. Stimuli: Gleichverteilung

Responsevariable: identisch mit der Stimulusvariable

Jeder der 4-stelligen Reize trägt eine Information von 13.29 bit. Jede richtig wiedergegebene 4-stellige Zahl zeigt dementsprechend eine Informationsspeicherung von 13.29 bit an.

M, 3_Z - 'Zahlenfolge merken'

Variable 55 (siehe Anlage Seite 436 u. 437)

Diese Aufgabe wurde neu konzipiert. Sie weist Ähnlichkeiten mit dem "Zahlennachsprechen" im HAWIE (Wechsler, 1956) auf.

(siehe Antwortmuster Seite 182).

Aufgabenbeschreibung:

Den Versuchspersonen werden die 10 Ziffern 0, 1, 2, ... 9 in einer ihnen vorher nicht bekannten, vom Versuchsleiter festgelegten Reihenfolge dargeboten.

Die Applikation erfolgt per Diaprojektor.

Jede Ziffer wird für ca. 1 Sekunde an die Leinwand projiziert; zwischen zwei Ziffern wird nur ein Mindestabstand von ca. 1/2 Sekunde eingehalten.

Die Aufgabe des Probanden besteht darin, sich die spezifische Reihenfolge der 10 vorweg bekannten Ziffern zu merken und sie unmittelbar im Anschluß an die Projektion schriftlich in die entsprechenden Zeilen des Antwortblattes einzutragen.

Als Rohwert wird die Anzahl der "richtigen Positionen" bzw. die Anzahl der versetzten Ziffern ermittelt.

Ebenso wie für die Aufgaben M, 1_Z 'Zahlen merken (2)' und M, 2_Z 'Zahlen merken (4)' sind 2 Paralleldurchgänge vorgesehen, deren Resultate gemittelt werden (vergleiche Seite 182).

Anders als bei den Aufgabentypen M, 1_Z und M, 2_Z sind beim 'Zahlenfolge merken' nicht bestimmte Reize ohne Rücksicht auf ihre Reihenfolge zu speichern und dann zu reproduzieren, sondern die zu speichernde Information besteht hier in der spezifischen Reihenfolge von 10 verschiedenen, vorweg bekannten Stimuli.

Itemcharakteristik:

Die auf die Ziele dieser Untersuchung ausgerichtete spezifische Itemcharakteristik muß für Item M, 3_Z etwas vom bisher verwendeten Schema abweichen.

Stimulusvariable ist die definierte Reihenfolge von 10 Elementen.

Die Variable umfaßt $u! = 10! = 3628.800$ Klassen.

Dementsprechend beträgt die Gesamtinformation der Stimulusvariablen:
 $\lg u! = 21.79 \text{ bit}$.

Da Stimulus- und Responsevariable gleich sind, ist eine maximale Transformation von 21.79 bit möglich.

Der relative Transinformationsbetrag, das ist der Anteil der auf die Responsevariable übertragenen Information an der Stimulusinformation, kann mit Hilfe der Formel

$$T = \frac{\lg u! - \lg t!}{\lg u} \quad \text{geschätzt werden.}$$

(Mittenecker 1973, Seite 193)

u: Anzahl der Klassen (Elemente)

t: Anzahl der falsch besetzten Klassen
(versetzte Elemente)

Die absolute Transformation errechnet sich nach $\lg u! - \lg t!$.

Die 3 beschriebenen Typen von Merkaufgaben (M, 1; M, 2; M, 3) werden jeweils in drei Variationen, mit Ziffern, mit Buchstaben und mit Symbolen als Elementen, durchgeführt, um durch den Elemententyp bedingte Effekte kontrollieren zu können.

In Entsprechung zu den Zahlen-Merkaufgaben sind daher auch Buchstaben-Merkaufgaben und Symbol-Merkaufgaben vorgesehen. Für die Buchstaben-, die Symbol- und die Ziffernversion der Aufgabentypen stehen jeweils spezielle Formen des Antwortblattes zur Verfügung.

- M, 1_B - 'Silben merken (2)'; Variable 45
M, 2_B - 'Silben merken (4)'; Variable 46
M, 3_B - 'Buchstabenfolge merken'; Variable 47
-

(siehe Anlage S. 432 u. 433)

Die Buchstabenversionen bedienen sich des oben besprochenen, reduzierten Buchstabenrepertoires: a, e, i, o, u, b, c, d, f, g (siehe S. 163). Es steht oben auf dem Antwortblatt abgedruckt zur Verfügung.

M Antwortblatt

Buchstaben M

Name:

A 1 Folgende Buchstabenpaare wurden gezeigt:

<u>if</u>	<u>de</u>	<u>ui</u>	<u>og</u>	<u>fd</u>	<u>cb</u>	<u>gi</u>	<u>bf</u>	<u>uu</u>	<u>do</u>
<u>oi</u>	<u>gd</u>	<u>bo</u>	<u>ie</u>	<u>dc</u>	<u>eu</u>	<u>ci</u>	<u>fb</u>	<u>oo</u>	<u>di</u>
<u>cf</u>	<u>ug</u>								

A 2 Folgende Silben wurden gezeigt:

<u>cgfa</u>	<u>gfbu</u>	<u>aiui</u>	<u>fbio</u>	<u>iiuf</u>	
<u>bdfd</u>	<u>auud</u>	<u>odod</u>	<u>oube</u>	<u>bbda</u>	<u>uaob</u>

A 3 Die 10 Buchstaben a, e, i, o, u, b, c, d, f, g, wurden in folgender Reihenfolge gezeigt:

<u>f</u>	<u>g</u>	<u>o</u>	<u>b</u>	<u>i</u>	<u>d</u>	<u>c</u>	<u>e</u>	<u>u</u>	<u>a</u>
<u>c</u>	<u>a</u>	<u>i</u>	<u>u</u>	<u>f</u>	<u>e</u>	<u>g</u>	<u>b</u>	<u>o</u>	<u>d</u>

A 4 Ordnen Sie den Buchstaben die entsprechenden Ziffern zu!

<u>o</u>	<u>c</u>	<u>f</u>	<u>g</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>e</u>	<u>d</u>	<u>i</u>	<u>u</u>
<u>7</u>	<u>9</u>	<u>0</u>	<u>2</u>	<u>6</u>	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>1</u>	<u>3</u>	<u>8</u>
<u>f</u>	<u>e</u>	<u>i</u>	<u>o</u>	<u>d</u>	<u>o</u>	<u>g</u>	<u>u</u>	<u>a</u>	<u>b</u>
<u>7</u>	<u>5</u>	<u>2</u>	<u>0</u>	<u>6</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>4</u>	<u>1</u>	<u>3</u>

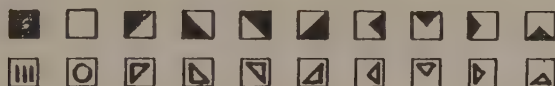
Aufgabenbeschreibung und Itemcharakteristik stimmen, abgesehen vom Elemententyp, völlig mit den für die Zahlen-Merkaufgaben gegebenen überein.

M, 1_S - 'Symbole merken (2)'; Variable 49
M, 2_S - 'Symbole merken (4)'; Variable 50
M, 3_S - 'Symbolfolge merken'; Variable 51

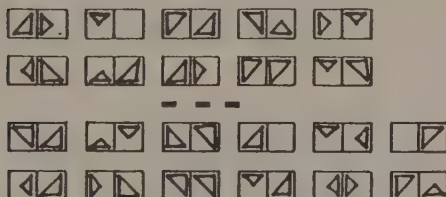
(siehe Anlage Seite 432 u. 433)

Die Symbolversionen verwenden das auf Seite 116 eingeführte Symbolinventar. Es ist oben auf dem Antwortblatt abgedruckt, die Symbole und ihre schematische Wiedergabe, verfügbar.

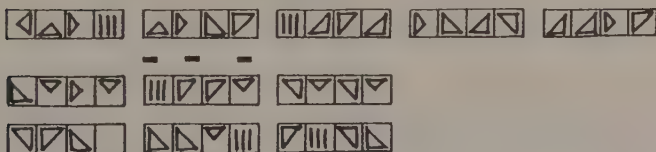
M, S **NAME:** _____ **Antwortblatt**



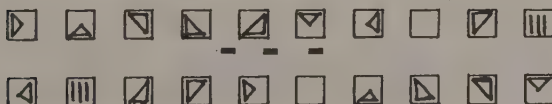
A 1 **Folgende Symbolpaare wurden gezeigt:**



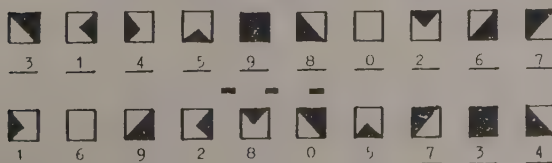
A 2 **Folgende Symbolkombinationen wurden gezeigt:**



A 3 **Reihenfolge der Symbole:**



A 4 **Den Symbolen die entsprechenden Ziffern zuordnen:**



- M, 4_B - 'Buchstabenzuordnung merken'; Variable 48
M, 4_S - 'Symbolzuordnung merken'; Variable 52
M, 4_Z - 'Zahlenzuordnung merken'; Variable 56
-

(siehe Anlage S. 432 u. 433)

Aufgaben, bei denen es spezielle Zuordnungen zu speichern gilt, fanden bislang vor allem in experimentellen Versuchsanordnungen Verwendung. In unten besprochener Form wurden diese Aufgaben speziell für die vorliegende Arbeit entwickelt. Dieser vierte Typ von Merkaufgaben soll exemplarisch an Hand des Items 'Zahlenordnung merken' eingeführt werden.

Aufgabenbeschreibung:

Den Proband wurden sukzessiv 10 Elementenpaare mittels Diaprojektor dargeboten:

```
3 6 8 9 0 5 1 7 2 4
g e b c u i f a o d
- - - - -
8 1 2 6 7 3 9 4 0 5
f d c a g i b o e u
```

Es werden also eine definierte Folge des Ziffernrepertoires und eine definierte Folge des (reduzierten) Buchstabenrepertoires in zeitlicher Kontingenz vorgeführt.

Jedes Elementenpaar wird ca. 1 Sekunde gezeigt; zwischen 2 Projektionen liegt ca. 1 Sekunde Abstand.

Sodann wird den Versuchsteilnehmern schriftlich, d.h. auf dem Antwortblatt, eine andere Zufallsfolge der 10 verschiedenen Ziffern präsentiert.

Die Versuchsteilnehmer sollen nun jede dieser Ziffern aus dem Gedächtnis den entsprechenden Buchstaben auf dem Antwortblatt schriftlich zuordnen.

Die Anzahl der richtigen Zuordnungen ergibt den Rohwert.

Ebenso wie die vorstehenden 3 Arten von Merkaufgaben wird auch das 'Zuordnung merken' mit 2 Parallelitems durchgeführt, deren Rohwerte gemittelt werden.

Bei Aufgaben wie 'Zahlenzuordnung merken' sind nicht bestimmte Reize wie z.B. bei 'Zahlen merken (2) / (4)' oder eine bestimmte Reizfolge von bekannten Reizen wie bei 'Zahlenfolge merken', sondern bestimmte paarweise Zuordnungen bekannter Elemente als Information zu speichern.

Itemcharakteristik:

Die Versuchspersonen haben die Aufgabe, 10 verschiedene Buchstaben 10 verschiedenen Ziffern, deren Reihenfolge festliegt, zuzuordnen.

Sie versuchen also, die 10 Buchstaben in eine Reihenfolge zu bringen, die "richtig" ist. So betrachtet läßt sich hier das gleiche Auswertungsverfahren benutzen, das für den Aufgabentyp M, 3 z.B. 'Zahlenfolge merken' geplant ist.

Die Reihenfolge der Reaktionsklassen, die der Proband erstellt, wird derjenigen Reihenfolge, die bei richtiger Zuordnung entsteht, gegenübergestellt.

Die Stimulusvariable umfaßt $u! = 10! = 3.628.800$ Klassen, d.h. mögliche Kombinationen von Zuordnungspaaren.

Dementsprechend beträgt die Gesamtinformation der Stimulusvariablen $\text{ld } u! = 21.79$ bit.

Stimulus- und Responsevariable sind gleich. Deshalb liegt die maximale Transinformation bei 21,79 bit.

Die absolute Transinformation ergibt sich als $\text{ld } u! - \text{ld } t!$, die relative Transinformation als $T = \frac{\text{ld } u! - \text{ld } t!}{\text{ld } u!}$.

Die mittlere Information pro Klasse der Stimulus- bzw. der Responsevariablen ist $\frac{\log u!}{10} = 2,179$ bit.

Auch dieser vierte Typ von Merkaufgaben, der die Speicherung von Zuordnungspaaren beinhaltet, soll in 3 Versionen durchgeführt werden:

- 'Buchstabenzuordnung merken'; Variable 48

In dieser oben besprochenen Version sollen sich die Probanden Zuordnungen von Buchstaben und Ziffern merken.

- 'Symbolzuordnung merken'; Variable 52

Die Versuchspersonen sollen Assoziationen von Ziffern zu Buchstaben speichern.

- 'Zahlenzuordnung merken'; Variable 56

Die Zuordnungen von Ziffern zu Symbolen sind vom Probanden bei dieser Aufgabe festzuhalten.

(siehe auch Seite 182, 188, 189)

Die ausgewählten 4 Typen von Merkaufgaben sprechen alle das Kurzzeitgedächtnis an. Sie unterscheiden sich in bezug auf die Art der Information, die jeweils gespeichert werden soll. Auf diesen Aspekt wurde besonderer Wert gelegt.

Alle diese Merkaufgaben sind sozusagen 'reine' "information conservation tasks"; sie beinhalten weder Informations-Kreation noch Information-Reduktion, d.h. beide Arten von Informationsverarbeitung werden hier negativ gewertet.

Tabellarische Übersicht - Merkaufgaben:

Variable	Arbeitskenn- zeichnung	Aufgabentyp
45	M, 1 _B	Silben merken (2)/2-stellige Buchstabenaggregate
46	M, 2 _B	Silben merken (4)/4-stellige Buchstabenaggregate
47	M, 3 _B	Buchstabenfolge merken
48	M, 4 _B	Buchstabenzuordnung merken
49	M, 1 _S	Symbole merken (2)/2-stellige Symbolaggregate
50	M, 2 _S	Symbole merken (4)/4-stellige Symbolaggregate
51	M, 3 _S	Symbolfolge merken
52	M, 4 _S	Symbolzuordnung merken
53	M, 1 _Z	Zahlen merken (2)/2-stellige Zahlen
54	M, 2 _Z	Zahlen merken (4)/4-stellige Zahlen
55	M, 3 _Z	Ziffernfolge merken
56	M, 4 _Z	Ziffernzuordnung merken

Diskussion der Itemstichprobe

Ad Hypothese I

Es scheint mir sinnvoll, die in den vorangegangenen Abschnitten konstituierte und beschriebene Itemstichprobe bereits in der Phase des 'experimentellen Vorgehens' einer Wertung in bezug auf die intendierten Hypothesen zu unterziehen. Denn eine Bestätigung der beiden ersten Hypothesen ist Voraussetzung für die Prüfung der Annahmen III und IV.

Hypothese I fordert, eine spezifische Auswahl von Items zusammenzustellen, die den beiden Kriterien 'Repräsentativität für konventionelle Intelligenzitems' und 'Repräsentativität für Informationsverarbeitungsitems' gleichermaßen genügt.

Die beiden Repräsentationskriterien sollen an einer (weitgehend) kongruenten Aufgabengruppe realisiert werden.

Kriterium für Beibehaltung von Hypothese I ist, daß gezeigt werden kann:

- a) eine Stichprobe von Intelligenzitems, die die Haupttypen von Intelligenzaufgaben repräsentiert, beinhaltet auch die Haupttypen von Informationsverarbeitungsaufgaben;
- b) in einer Auswahl von Informationsverarbeitungsaufgaben, die die Grundarten von Informationsverarbeitungsaufgaben erfaßt, sind auch die Grundformen von Intelligenzitems vertreten.

Dem Kriterium 'Repräsentativität für konventionelle Intelligenzitems' konnte auf der Grundlage der Jäger'schen Befunde (1967) und durch Einführung geeigneter 'Ersatz-Aufgaben' befriedigend Rechnung getragen werden.

Gleichzeitig wurde auch der Ausspruch 'Repräsentativität für Informationsverarbeitungsaufgaben' verwirklicht, indem darauf geachtet wurde, die 3 Haupttypen derartiger Aufgaben angemessen zu repräsentieren. In der Einordnung aller herangezogenen Items in diese 3 Kategorien erfährt diese Feststellung Bestätigung.

Die Erfüllung der beiden Repräsentativitätsanforderungen in Verbindung miteinander genügt dem Prüfkriterium und empfiehlt die Beibehaltung von Hypothese I.

Zugleich können auch die beiden Teilhypothesen aufrecht erhalten werden:

- a) Aus dem Gesamtpool von Intelligenzitems läßt sich ein repräsentatives Spektrum von Informationsverarbeitungsaufgaben (auf Intelligenzniveau) erstellen.
- b) Aus dem Gesamtpool von Informationsverarbeitungsitems läßt sich ein repräsentatives Spektrum von Intelligenzitems erstellen.

Anmerkung: Der Geltungsbereich aller Hypothesen und ihrer Implikationen liegt innerhalb des durch den Modellcharakter der Untersuchung gesteckten Rahmens.

Diskussion der Itemstichprobe

Ad Hypothese II

Hypothese II postuliert die Möglichkeit, eine spezifische Auswahl von Items zusammenzustellen, die den beiden Kriterien 'Repräsentativität für konventionelle Intelligenztestitems' und 'Repräsentativität für Informationsverarbeitungsitens' gleichermaßen genügt, und bei der darüber hinaus 'alle Items informationstheoretisch quantifizierbar sind'.

Als Kriterium für die Überprüfung dieser Annahme wurde oben festgelegt, daß für die ausgewählten Aufgaben alle Komponenten, die für eine informationstheoretische Quantifizierung erforderlich sind, bestimmt werden können. Bei dem hier verwendeten Aufgabenniveau sind vor allem der Umfang des Elementenrepertoires und die Häufigkeits- bzw. Wahrscheinlichkeitsverteilung der Elemente von Testreiz (als Informationsangebot) und vorgesehener Testreaktionen (als Informationsabgabe) für die Anwendung von Informationsmaßen notwendig.

Diese Voraussetzung ist bei allen Aufgaben dieser Itemstichprobe gegeben.

Zum Teil waren hierzu Modifikationen der von Jäger (1967) übernommenen Aufgaben und die Einführung von geeigneten 'Ersatzitems' erforderlich.

Die Berechnung von Informationsmaßen für die einzelnen Aufgaben wird im Rahmen der Analysen zur Überprüfung von Hypothese IV vorgenommen werden. Das erscheint aus 2 Gründen sinnvoll:

- In die erstellte Aufgabenbatterie wurde auch eine Anzahl von zusätzlichen Itemvariationen in eher explorativer Zielsetzung mit einbezogen. Es ist zu erwarten, daß ein Teil von ihnen nach entsprechender Prüfung ausgeschieden werden kann.

Es scheint inhaltlich voll vertretbar und aus ökonomischen Gründen angebracht, die Berechnung informationstheoretischer Indizes nur für die Items durchzuführen, die auch in die Analysen für die Hypothesen III und IV eingehen.

- Durch die Hereinnahme der informationstheoretischen Quantifizierung in die Analysen zu Hypothese IV ergibt sich die Möglichkeit, eventuelle relevante Erkenntnisse aus den Überprüfungen zu Hypothese III bereits mit zu berücksichtigen.

Da gezeigt werden konnte, daß die Voraussetzungen für die quantitativ-informationstheoretische Definition aller für die Untersuchung ausgewählten Aufgaben gegeben sind, können Hypothese II und die beiden implizierten Teilhypothesen beibehalten werden.

Applikation der Itemstichprobe

Die oben vorgestellte Itemstichprobe wurde entsprechend dem Untersuchungskonzept der bereits beschriebenen Gruppe von Versuchspersonen appliziert.

Die Testdurchführung konnte innerhalb eines Zeitraumes von 2 Wochen für die 4 verschiedenen Probandengruppen, die die Gesamtstichprobe bilden, abgewickelt werden.

Dabei waren in allen Fällen 'normale' Testbedingungen gegeben.

Im Anhang zu dieser Arbeit ist die einheitlich verwendete Einführung zu den Testuntersuchungen in Stichpunkten wiedergegeben.

A U S W E R T U N G

=====

Statistische Ausgangsbasis:

Wie im Versuchsplan vorgesehen (vgl. oben) wurden für jede der 130 Vpn der Rohwerte (RW) aller 56 bearbeiteten Items bestimmt.

Als Grundlage für die theoretische Auswertung der Untersuchung wurden anhand der Rohwerte für jede Aufgabe Mittelwert und Streuung berechnet. (s. Anhang S. 439)

Weiter wurde für diese Mittelwerte und die Indices "Alter", "Schule", "Bildung", "Geschlecht" eine Interkorrelationsmatrix rechnerisch erstellt.

(Produkt-Moment-Korrelation nach Bravais-Pearson)

Um die den insgesamt 60 Variablen zugrunde liegenden Strukturen herauszuarbeiten, wurde die Interkorrelationsmatrix einer Faktorenanalyse unterzogen. (s. Anhang S. 443)

Hiermit sind die statistischen Ausgangsparameter für die eigentliche Auswertung und Interpretation der Untersuchungsergebnisse gegeben.

Auswertung spezifischer Variationen:

Der erste Auswertungsabschnitt befaßt sich mit der experimentellen Relevanz spezifischer Variationen von Teilen der Versuchsanordnung bzw. des Versuchsmaterials.

Diese Variationen basieren auf Komponenten konventioneller Intelligenztests, d.h. Bestandteile konventioneller Intelligenztests sind Ausgangspunkte jeder einzelnen experimentellen Abwandlung. Die informationstheoretische Betrachtungsweise läßt kritische Aspekte hervortreten, welche hier auch einer speziellen Analyse zugeführt werden. Es sind dies Aspekte, welche im ursprünglichen Untersuchungsansatz nicht informationstheoretisch erfaßt sind, oder Aspekte, welche bei Auffassung von Intelligenzleistungen als Informationsverarbeitungsleistungen Wirksamkeit erwarten lassen.

Ziel und Zweck dieses Teils der Arbeit ist es, theoretische und praktische Bezüge aufzuzeigen und zu verdeutlichen, sowie Hinweise und Orientierungslinien für breitere, weiterführende Untersuchungen zu gewinnen.

Insofern kann auch akzeptiert werden, daß im Rahmen der Gesamtuntersuchung nur Raum für die Demonstration entsprechender experimenteller Ansätze in bezug auf nachstehende Aspekte gegeben ist.

Folgende Variationskriterien werden behandelt:

- a) Variation des Typs der Elemente, welche ein Item bilden:

Buchstaben - Symbole - Ziffern

In diesem Zusammenhang wird auch überprüft, inwieweit durch die Darbietungsfolge des Items Übungseffekte in die Resultate miteingehen.

- b) Variation der Elementen-Anordnung: Sequenz - 4-Felder-Muster - 16-Felder-Muster

- c) Variation der Dimensionalität der Aufgaben-Stimuli:

1-dimensional - 4-dimensional

- d) Variation der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Aufgaben-Stimuli: gleiche Wahrscheinlichkeiten - ungleiche Wahrscheinlichkeiten
- e) Variation des Umfangs des Elementen-Repertoires bei Buchstaben-Items: $U = 10$, $U = 26$
- f) Variation des Abstandes zwischen benachbarten Symbolen bei Symbol-Items: Abstand ("Z") - kein Abstand ("G")
- g) Variation des Zahlen-Symbol-Tests bezüglich des Typs der Stimulus- und der Responseelemente.

Variation des Elemententyps der Aufgaben - Auswertung

Im Testmaterial der Untersuchung sind 3 Grundtypen von Elementen repräsentiert: Buchstaben - Symbole - Ziffern (vgl. S. 95f.)

Ihrer Variation kommt im Hinblick auf die oben (vgl. Seite 75ff.) formulierten Hypothesen der Untersuchung die größte Bedeutung zu. Dementsprechend wurde ihr auch der weiteste Raum zugestanden. Die Hereinnahme der 3 Elemententypen hat einmal zum Ziel, die Repräsentation von Materialfaktoren konventioneller, faktorenanalytischer Intelligenzmodelle zu gewährleisten; sie soll zum anderen Aufschluß darüber bringen, inwieweit Materialkomponenten von Intelligenz-Aufgaben in ein informationstheoretisches Modell integrierbar sind.

Die Überprüfung der Möglichkeit, daß der Elemententyp eines Items maßgeblich die Bearbeitungsleistungen der Versuchspersonen beeinflusst, kann durch Vergleich von Items, welche sich nur in bezug auf den Elemententyp unterscheiden, erfolgen.

Etwas aus der zeitlichen Darbietungsfolge der Aufgaben resultierende Effekte sollen vorerst unberücksichtigt bleiben.

Für die Analyse stehen 13 Vergleichs-Tripel zur Verfügung:

Gegenüberstellung der jeweils 3 Versionen eines Items, die sich nur bezüglich des Elemententyps unterscheiden:

Elemente	Buchstaben	Symbole	Ziffern
Vergleichstripel	Variable	Variable	Variable
I	12	1	11
II	10	3	9
III	33	4	32
IV	37	36	38
V	39	7	38
VI	35	13	30
VII	16	17	15
VIII	19	24	27
IX	20	25	28
X	22	26	29
XI	45	49	53
XII	47	51	55
XIII	48	52	56

In diese Gegenüberstellung gehen 38 verschiedene Items ein; Variable 38, der 'Ziffern-Ziffern-Test', erscheint zweimal. Vergleich IV zielt auf Variation von Variable 38 bezüglich des Responserepertoires, Vergleich V auf Variation bezüglich des Stimulusrepertoires ab.

Keine Berücksichtigung finden die Items, die das ganze Buchstaben-alphabet als Elementenrepertoire besitzen (Variable 21, 23, 31, 34).

Es werden jedoch alle entsprechenden Parallelitems mit dem auf den Umfang $U = 10$ reduzierten Repertoire einbezogen. Dadurch ist auch die Größe "Repertoire-Umfang" für die Gegenüberstellung konstant gehalten.

Daß das Weglassen der genannten 4 Variablen keinen wesentlichen Informationsverlust bedeutet, ergibt sich aus der Analyse auf S. 227

Ebenfalls nicht enthalten in der Gegenüberstellung sind alle Items, denen ohne Zwischenraum aneinander grenzende Symbole als Elemente dienen (Variable: 2, 6, 8, 14, 18).

Da die Auswirkungen der Variation des Abstandes zwischen Symbolen als Elemente in dieser Untersuchung nicht konsistent hervortreten, sollen sie für den angestrebten Vergleich eliminiert bleiben.

Die Merkaufgaben 46, 50, 54 werden hier nicht einander gegenübergestellt, weil sich Aufgabe 50, 'Symbole merken (4)', im praktischen Versuch als zu schwer erwiesen hat.

Die Variablen 40, 41, 42, 43, 44, die das formallogische Denken ansprechen, scheiden infolge ihrer spezifischen Eigenart aus.

Bei Variable 5 dürfte der Umstand einer zu leichten optischen Differenzierbarkeit des "gleichen" Symbols einem sinnvollen Vergleich der beabsichtigten Art im Wege stehen (vgl. auch S. 406).

Als durchschnittlicher Mittelwert ergibt sich für die 13 ausgewählten Aufgabenarten:

a) mit Buchstaben als Elemententyp:	$M_B = 47.22$	$S = 35.42$
b) mit Symbolen als Elemententyp:	$M_S = 23.12$	$S = 17.06$
c) mit Ziffern als Elemententyp:	$M_Z = 49.48$	$S = 36.99$

A-Test (s. Mittenecker, 1966, S. 119) zur Überprüfung der Mittelwertsdifferenzen nach $A = \sum D^2 / (\sum D)^2$.

$$A (M_B - M_S) = .16 \text{ s.s.}$$

$$A (M_S - M_Z) = .17 \text{ s.s.}$$

$$A (M_B - M_Z) = 2.26 \text{ n.s.}$$

Die Leistungen der Probanden bei Buchstaben-Items unterscheiden sich im Durchschnitt nur völlig unwesentlich von den Leistungen bei den entsprechenden Ziffern-Items. Dagegen liegen die Durchschnittsscores bei den Symbol-Items im Mittel deutlich tiefer als bei den beiden anderen Aufgabengruppen.

Ganz analog verhalten sich auch die 3 Streuungswerte zueinander.

Zwischen den Mittelwerten der 3 Itemgruppen bestehen folgende korrelativen Beziehungen:

Buchstaben-Items	-	Symbol-Items:	$r = .8039$	s.s.
Buchstaben-Items	-	Ziffern-Items:	$r = .9462$	s.s.
Symbol-Items	-	Ziffern-Items:	$r = .6310$	s.

Es zeigt sich also auch eine hohe Korrelation zwischen den Mittelwerten paralleler Buchstaben- und Ziffern-Items.

Die Mittelwerte der Symbol-Items kovariieren in geringerem Ausmaß mit denen der beiden anderen Aufgabengruppen, wobei der Zusammenhang mit den Ziffern-Items deutlich am niedrigsten erscheint.

Bevor der Versuch unternommen wird, diese Resultate zu interpretieren, insbesondere auch aus der Sicht der Informationstheorie, ist abzuklären, inwieweit sie durch die zeitliche Darbietungsfolge der betreffenden Aufgaben mitbedingt sind.

Einfluß der Applikationsfolge der Items auf die Testleistungen der Versuchspersonen

Die zur Verfügung stehenden 13 Vergleichstripel gestatten eine Analyse des Effektes der Itemfolge allgemein, sowie eines möglichen differentiellen Einflusses auf die Leistungen bei Buchstaben-, Symbol- und Ziffern-Items im besonderen.

(Applikationsfolge aller Aufgaben: s. Anl. S. 396).

Diese Analyse bezieht sich auf die in nachstehender Tabelle wiedergegebenen Daten von 18 Variablen:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	M_B	M_S	M_Z	Z_B	Z_S	Z_Z	M_B/M_S	M_B/M_Z	M_S/M_Z	Z_B/Z_S	Z_B/Z_Z	Z_S/Z_Z	Z_B/Z_S	Z_B/Z_Z	Z_S/Z_Z	M_B/M_S	M_B/M_Z	M_S/M_Z
I	80.61	22.24	102.58	21	15	26	3.62	0.79	0.22	1.40	0.81	0.58	6	-5	-11	58.31	-21.97	-80.34
II	101.61	24.86	109.70	19	18	17	4.09	0.93	0.23	1.06	1.12	1.06	1	2	1	76.75	-8.09	-84.84
III	102.02	52.70	89.95	33	16	1	1.94	1.13	0.59	2.06	33.00	16.00	17	32	15	49.32	12.07	-37.25
IV	39.11	26.26	34.30	5	45	3	1.49	1.14	0.77	0.11	1.67	15.00	-40	2	42	12.85	4.81	-8.04
V	38.09	31.37	34.30	42	11	3	1.21	1.11	0.91	3.82	14.00	3.67	31	39	8	6.72	3.79	-2.93
VI	84.64	56.63	60.68	44	14	2	1.49	1.39	0.93	3.14	22.00	7.00	30	42	12	28.01	23.96	-4.05
VII	67.45	24.84	84.04	4	13	6	2.72	0.80	0.30	0.31	0.67	2.17	-9	-2	7	42.61	-16.59	-59.20
VIII	52.93	34.13	70.62	31	51	47	1.55	0.75	0.48	0.61	0.66	1.09	-20	-16	4	18.80	-17.69	-36.49
IX	15.33	7.81	19.77	32	52	48	1.96	0.78	0.40	0.62	0.67	1.08	-20	-16	4	7.52	-4.44	-11.96
X	15.84	8.50	19.65	33	53	49	1.86	0.81	0.43	0.62	0.67	1.08	-20	-16	4	7.34	-3.81	-11.15
XI	5.11	2.16	5.87	7	36	27	2.37	0.87	0.37	0.19	0.26	1.33	-29	-20	9	2.95	-0.76	-3.71
XII	6.17	4.28	6.48	9	38	29	1.44	0.95	0.66	0.24	0.31	1.31	-29	-20	9	1.89	-0.31	-2.20
XIII	5.01	4.76	5.30	10	39	30	1.05	0.95	0.90	0.26	0.33	1.30	-29	-20	9	0.25	-0.29	-0.54
M	47.22	23.12	49.48	22.31	30.85	22.15	2.15	0.95	0.55	1.11	5.86	4.05	-8.64	0.15	8.69	24.10	-2.21	-26.36
6	36.87	17.76	38.50	14.34	16.64	18.32	0.91	0.19	0.26	1.20	10.21	5.36	23.53	22.94	11.82	24.93	12.46	30.57

Erläuterungen:

Index

- 1 M_B Mittelwerte von 13 Buchstaben-Items
- 2 M_S Mittelwerte von 13 Symbol-Items
- 3 M_Z Mittelwerte von 13 Ziffern-Items
- 4 Z_B Zeitlicher Rangplatz der Buchstaben-Items in der Gesamtbatterie
- 5 Z_S Zeitlicher Rangplatz der Symbol-Items in der Gesamtbatterie
- 6 Z_Z Zeitlicher Rangplatz der Ziffern-Items in der Gesamtbatterie
- 7 M_B/M_S Relation der Mittelwerte paralleler Buchstaben- und Symbol-Items
- 8 M_B/M_Z Relation der Mittelwerte paralleler Buchstaben- und Ziffern-Items
- 9 M_S/M_Z Relation der Mittelwerte paralleler Symbol- und Ziffern-Items
- 10 Z_B/Z_S Relation der zeitlichen Rangplätze paralleler Buchstaben- und Symbol-Items
- 11 Z_B/Z_Z Relation der zeitlichen Rangplätze paralleler Buchstaben- und Ziffern-Items
- 12 Z_S/Z_Z Relation der zeitlichen Rangplätze paralleler Symbol- und Ziffern-Items
- 13 Z_B-Z_S Differenz der zeitlichen Rangplätze paralleler Buchstaben- u. Symbol-Items
- 14 Z_B-Z_Z Differenz der zeitlichen Rangplätze paralleler Buchstaben- u. Ziffern-Items
- 15 Z_S-Z_Z Differenz der zeitlichen Rangplätze paralleler Symbol- und Ziffern-Items
- 16 M_B-M_S Differenz der Mittelwerte paralleler Buchstaben- und Symbol-Items
- 17 M_B-M_Z Differenz der Mittelwerte paralleler Buchstaben- und Ziffern-Items
- 18 M_S-M_Z Differenz der Mittelwerte paralleler Symbol- und Ziffern-Items.

Diese 18 Kennwerte wurden miteinander interkorreliert.

Diejenigen Korrelationswerte, welche den Einfluß der Itemfolge auf die Itemmittelwerte betreffen, sind in der Tabelle unten zusammengefaßt.

Tabelle:

	Z_B	Z_S	Z_Z	(Z_B-Z_S)	(Z_B-Z_Z)	(Z_S-Z_Z)	Z_B/Z_S	Z_B/Z_Z	Z_S/Z_Z
M_B	.296	-.69 ss.	-.543	.668 s.	.619 s.	-.129	.455	.540	.37
M_S	.558s.	-.559 s.	-.627s.	.735ss.	.85 ss.	.186	.683s.	.805ss.	.607s.
M_Z	.166	-.61 s.	-.361	.533	.392	-.299	.278	.20	.161
M_B-M_S	.041	-.622 s.	-.357	.465	.31	-.322	.186	.225	.115
M_B-M_Z	.364	-.155	-.49	.332	.619 s.	.542	.487	.701ss.	.597s.
M_S-M_Z	.115	.444	.091	-.244	-.001	.484	.047	.102	.15
M_B/M_S	-.208	-.382	-.026	.143	-.12	-.498	-.126	-.227	-.265
M_B/M_Z	.328	-.429	-.744ss.	.503	.799ss.	.548	.628s.	.722ss.	.664s.
M_S/M_Z	.261	-.034	-.376	.183	.463	.534	.437	.426	.4

s. signifikant bei 5 % (Mittenecker, 1966, S. 190)

s.s. signifikant bei 1 %

Die absoluten Mittelwerte von Buchstaben-, Symbol- und Ziffern-Items weisen mehrere signifikante Beziehungen zu den Indizes, welche die Position der Items in der Darbietungsfolge wiedergeben, auf.

Ein Interpretationsversuch im Sinne der Fragestellung erscheint jedoch nicht sinnvoll: Auf Grund der verfügbaren Daten ist nämlich nicht zu entscheiden, ob und inwieweit diese Zusammenhänge auf Übungs- oder Ermüdungseffekte oder aber auf spezifische Itemeigenschaften zurückzuführen sind. So werden zum Beispiel bei den Symbol-Aufgaben, die ja die meisten und bedeutsamsten Korrelationen zeigen, schwierige Items absichtlich nicht an den Anfang der Testbatterie gestellt. Anders: Korrelationen zwischen Itemmittelwerten und Itemrangplätzen in der Testbatterie können nur dann (wesentlichen) Aufschluß über Effekte der Itemsequenz geben, wenn letztere nach einem Zufallsverfahren zustande kam. Diese Voraussetzung ist hier nicht erfüllt.

Da also die Analyse der absoluten Itemmittelwerte für die Klärung der Fragestellung ungeeignet ist, sollen die Differenzen und Relationen zwischen Mittelwerten entsprechender Paare von Buchstaben-, Symbol- und Ziffern-Items genauer untersucht werden. Analog werden Differenzen und Relationen zwischen Rangplätzen in der Itembatterie für diese Aufgabenpaare gebildet und in die Auswertung miteinbezogen (s. Tabellen S. 205 u. 206).

Im einzelnen zeigen sich folgende statistisch bedeutsamen Zusammenhänge:

Die Mittelwertsdifferenzen paralleler Buchstaben- und Symbol-Items korrelieren signifikant mit den Rangplätzen der Symbol-Items ($r = -.622$ s.).

D.h.: Die Mittelwertsdifferenz zwischen Buchstaben- und Symbol-Items ist umso größer, je weiter vorne die Symbol-Aufgabe in der Itembatterie steht.

Die Größe des Mittelwertsunterschiedes von Buchstaben- und Ziffern-Items steht in signifikantem positiven Zusammenhang mit

- a) der Differenz der Itemrangplätze ($r = +.619$ s.),
- b) der Relation zwischen den Itemrangplätzen ($r = +.701$ s.s.),
- c) der Relation zwischen den Rangplätzen von Symbol- und Ziffern-Items ($r = +.597$ s.).

Die Differenz der Durchschnitts-Scores von Buchstaben- und Ziffern-Items erreicht also einen umso größeren Wert, je weiter hinten (dem Ende zu) die Ziffern-Items im Unterschied und Verhältnis zu Buchstaben-Items sowie im Verhältnis zu Symbol-Items innerhalb der Itembatterie dargeboten werden.

Auch die Quotienten der Mittelwerte von Buchstaben- und Ziffern-Items weisen bedeutsame Beziehungen auf zu

- a) den Rangplätzen der Ziffern-Items ($r = -.744$ s.s.),
- b) den Rangplatz-Differenzen entsprechender Buchstaben- und Ziffern-Items ($r = +.799$ s.s.),
- c) den Rangplatz-Relationen entsprechender Buchstaben- und Symbol-Items ($r = +.628$ s.),
- d) den Rangplatz-Relationen entsprechender Buchstaben- und Ziffern-Items ($r = +.722$ s.s.),
- e) den Rangplatz-Relationen entsprechender Symbol- und Ziffern-Items ($r = +.664$ s.).

Die Quotienten aus den Mittelwerten entsprechender Buchstaben- und Ziffern-Items nehmen demnach zu,

- a) wenn die Ziffern-Items in der Testbatterie weiter vorne stehen,
- b) wenn die Ziffern-Items im Unterschied zu den analogen Buchstaben-Items weiter vorne stehen bzw. die Buchstaben-Items weiter hinten stehen,
- c) wenn die Buchstaben-Items in Relation zu den Symbol-Items weiter hinten stehen,
- d) wenn die Ziffern-Items in Relation zu den analogen Buchstaben-Items weiter vorne stehen bzw. die Buchstaben-Items weiter hinten stehen,
- e) wenn die Ziffern-Items in Relation zu den Symbol-Items weiter vorne stehen.

Betrachtet man die genannten Detailresultate in der Zusammenschau, so fällt zunächst folgender Aspekt auf:

Die beiden Indizes, die die Beziehung zwischen Buchstaben- und Ziffern-Items repräsentieren ($M_B - M_Z$ und M_B / M_Z), weisen signifikante Zusammenhänge zu den Kennwerten auf, die die Position dieser Aufgaben innerhalb der gesamten (zeitlichen) Itemfolge ausdrücken.

Zwischen den Mittelwerten von Buchstaben- bzw. Ziffern-Items und den Indizes für die zeitliche Applikationsfolge direkt ist keine konsistente Abhängigkeit nachzuweisen.

Andererseits belegen alle bedeutsamen Korrelationenswerte, daß der Durchschnittswert von Buchstaben- und Ziffern-Items mit steigender Rangplatznummer innerhalb der Itematterie zunimmt.

Zur Klärung der Frage nach dem Effekt der zeitlichen Darbietungsfolge auf die Testresultate lassen sich hieraus folgende Schlüsse ziehen:

- a) Die Anordnung der Buchstaben- und der Ziffern-Items (nicht der Symbol-Items) hat Einfluß auf die Testresultate; besonders die Anordnung der Ziffern-Items und die Anordnung dieser beiden Itemgruppen in bezug zueinander sind verhaltensrelevant.
- b) Diese Effekte betreffen nur die Mittelwerte von Buchstaben- und Ziffern-Items im Verhältnis zueinander (nicht von Symbol-Items).
- c) Sie können als Übungseffekte interpretiert werden.
Ermüdungs- und Sättigungswirkungen zeigen sich nicht.

Trotz dieser Auswirkung der Itemanordnung weichen die Leistungen der Versuchspersonen - wie oben besprochen - bei Buchstaben- und Ziffern-Items im Durchschnitt nur unerheblich voneinander ab (Mittelwert $M_B = 47.22$; Mittelwert $M_Z = 49.48$).

Diese Tatsache erklärt sich aus dem Umstand, daß die Gruppe der Buchstaben- und die Gruppe der Ziffern-Items bezüglich des mittleren Rangplatzes in der Aufgabenfolge völlig übereinstimmen:

$$M(Z_B) = 22.31; \quad M(Z_Z) = 22.15.$$

Die Symbol-Items nehmen innerhalb der gesamten Aufgabensequenz - verglichen mit den beiden anderen Aufgabengruppen - im Mittel eher die dem Ende näheren Positionen ein: $M(Z_S) = 30.85$.

Ungeachtet dieses 'Vorteils' liegen die entsprechenden Durchschnittsscores nur halb so hoch.

Die aufgewiesenen Effekte der Item-Anordnung gleichen sich zwar im Durchschnitt (gegenseitig) aus. Ob und inwieweit sie jedoch in die korrelativen Beziehungen zwischen den 3 Aufgabengruppen mit eingehen, kann nicht ohne weiteres (per inspectionem) entschieden werden.

Näherer Aufschluß soll daher durch die Anwendung von Partialkorrelationsberechnungen gewonnen werden. Es wird von folgender Annahme ausgegangen:

Ist die Korrelation zwischen 2 Aufgabengruppen unabhängig von deren Anordnung in der gesamten Itembatterie, so wird sich der betreffende Koeffizient unwesentlich ändern, wenn er unabhängig von der Relation einander entsprechender Item-Rangplätze (zueinander) berechnet wird.

Es ergeben sich folgende partielle Korrelationen:

Korrelation $M_B, M_S - (Z_B - Z_S) : r = .63 \text{ s.}$

Korrelation $M_B, M_S - (Z_B / Z_S) : r = .76 \text{ s.s.}$

Korrelation $M_B, M_Z - (Z_B - Z_Z) : r = .98 \text{ s.s.}$

Korrelation $M_B, M_Z - (Z_B / Z_Z) : r = .97 \text{ s.s.}$

Korrelation $M_S, M_Z - (Z_S - Z_Z) : r = .84 \text{ s.s.}$

Korrelation $M_S, M_Z - (Z_S / Z_Z) : r = .67 \text{ s.}$

Auch bei rechnerischer Neutralisierung der Auswirkung der spezifischen Applikationsfolge aller betroffenen Items sind die beobachteten Zusammenhänge statistisch signifikant; die Beziehung zwischen Buchstaben- und Ziffern-Aufgaben behält die stärkste Ausprägung.

Interpretation:

Die Durchschnittsleistung der Probanden ist bei den Symbol-Items nur halb so hoch wie bei den Buchstaben- und Ziffern-Items. Der Grund hierfür ist wohl in dem Umstand zu sehen, daß die verwendeten Symbole weit weniger gut überlernt sind als Ziffern und Buchstaben. Dies bedeutet in konventionell psychologischer und auch praktischer Sicht, daß die betreffenden 10 Symbole schwerer identifizierbar und gegeneinander differenzierbar und auch reproduzierbar sind. Die Folge sind die manifesten Minderleistungen bei den Symbol-Aufgaben.

Unter informationstheoretischem Aspekt sind theoretisch 3 Ursachen denkbar:

- Bei Bearbeitung der Symbol-Items ist die Informationsverarbeitungsleistung der Versuchspersonen tatsächlich geringer.
- Die Bearbeitung der Symbol-Items erfordert eine andere Art von Informationsverarbeitung als die der Buchstaben- und Ziffern-Items.
- Die korrekte Bearbeitung der Symbol-Items beinhaltet mehr Informationsverarbeitung als die der beiden anderen Aufgaben-Gruppen.

Für die Hypothese, die Versuchspersonen hätten in bezug auf Symbol-Items geringere Leistungen erbracht, gibt es keine Beläge. Weder im Versuchsaufbau noch während der praktischen Abwicklung lassen sich Hinweise in dieser Richtung finden.

Hinsichtlich der zweiten Interpretationsmöglichkeit, daß bei den Symbol-Items eine andere Art von Informationsleistung stattgefunden habe als bei den Buchstaben- und Ziffern-Aufgaben, können die korrelativen Beziehungen zwischen den 3 Aufgaben-Gruppen nähere Aufschlüsse beisteuern.

Die Interkorrelation zwischen den 3 Aufgaben-Gruppen sind alle statistisch relevant. Die Unterschiede zwischen ihnen erreichen keine Signifikanz. Für die Tatsache, daß die Gruppe der Symbol-Items zu den Buchstaben- und zu den Ziffern-Aufgaben in weniger engem Zusammenhang steht als letztere zueinander, dürfte durch die relativ geringere Streuung der durchschnittlichen Leistungen bei den Symbol-Items zumindest mitbedingt sein.

Die manifesten Beziehungen zwischen den Leistungen bei Buchstaben-, Symbol- und Ziffern-Items sprechen dafür, daß diese 3 Aufgaben-Gruppen weitgehend die gleichen Leistungsbereiche bei Personen dieser Stichprobe ansprechen.

Somit verbleibt nur noch der dritte Erklärungsvorschlag für die "Minderleistung" bei den Symbol-Items.

Formal gesehen besitzt jedoch jedes der verwendeten 10 Symbole den gleichen Informationsgehalt wie eine Ziffer oder ein Buchstabe aus dem auf den Umfang $U = 10$ reduzierten Alphabet: 3.33 bit.

Der tatsächliche Informationsgehalt jedes einzelnen Symbols dürfte aber doppelt so groß sein, da die Versuchspersonen nur ca. halb so viele Symbole verarbeiten konnten wie Buchstaben oder Ziffern.

Drei Ursachen hierfür liegen nahe:

- 1) Benachbarte Symbole in einer Testvorlage werden, selbst wenn sie durch einen geringen Abstand voneinander getrennt sind, als "größere" (zusammenhängende) "Gestalt" wahrgenommen. Die notwendige Differenzierung jedes einzelnen Symbols innerhalb dieser "Gestalten" (Gestaltbilder) erfordert somit zusätzliche Informationsverarbeitung zu der für Identifizierung und für die per Testinstruktion geforderten Prozesse erforderliche Informationsverarbeitung.

Dieser "Gestalteneffekt" könnte mit Hilfe geeigneter Variationen des Testmaterials auf den Grad seiner Relevanz hin analysiert werden.

- 2) Das Referenzrepertoire, dessen sich die Versuchspersonen beim Umgang mit den Symbolen bedienen, ist nicht identisch mit dem vorgegebenen Symbolrepertoire des Umfanges $U = 10$. Die Probanden beziehen sich stattdessen auf eine im einzelnen nicht genau bekannte, wesentlich auch interindividuell abweichende Symbolpopulation, die mehr als 10 Elemente umfaßt. Dies würde auch einen entsprechend höheren Informationsbetrag pro Symbol bewirken. Dieser Hypothese könnte z.B. in gezielter Exploration der Versuchspersonen nachgegangen werden.
- 3) Buchstaben und Ziffern sind so gut überlernt, daß hier das Erkennen eines Elementes die Fähigkeit zu reproduzieren impliziert. Dieser Automatismus kann für die 10 vorgegebenen Symbole nicht ohne weiteres vorausgesetzt werden. Die Reproduktion stellt möglicherweise eine zusätzliche Informationsverarbeitungsleistung dar. Hierbei könnte auch die für einige Items verlangte 'schematische Reproduktion' von Symbolen eine Rolle spielen. Diese potentielle Einflußvariable könnte ebenfalls durch geeignete Variation des Testmaterials und Befragung der Versuchspersonen näher abgeklärt werden.

Es ist anzunehmen, daß alle 3 beschriebenen Einflußfaktoren zusammenwirken, wobei die Wirksamkeit der einzelnen Variablen für die verschiedenen Items variieren dürfte.

Eine nähere Überprüfung und ggf. Bestimmung dieser Variablen könnte, wie angedeutet, durch entsprechende experimentelle Anordnungen realisiert werden, muß aber hier aus ökonomischen Gründen unterbleiben.

Die Personen der hier verwendeten Stichprobe zeigten völlig gleiche durchschnittliche Leistungen bei Buchstaben- und Ziffern-Items. In konventioneller Sichtweise bedeutet dieses Resultat, daß beide Aufgabengruppen im Mittel gleich "schwer" sind (gleichen Schwierigkeitsgrad besitzen).

Vom informationstheoretischen Standpunkt können 2 Faktoren hierfür verantwortlich sein:

- 1) Bei der Auseinandersetzung mit den Buchstaben-Items benützen die Versuchspersonen tatsächlich das auf 10 Elemente reduzierte Alphabet, d.h. die relevanten 10 Buchstaben entsprechen dem Informationsgehalt nach genau den 10 Ziffern.
Der erforderliche Informationsverarbeitungsaufwand wäre somit bei parallelen Buchstaben- und Ziffern-Items identisch.
- 2) Unter der Voraussetzung, daß die Probanden sich trotz entsprechender Instruktion auf das Gesamtalphabet stützen, besitzen die einzelnen Buchstaben größeren Informationsgehalt (4.7 bit) als Ziffern. Dieser größere Informationsgehalt pro Stimuluselement kommt jedoch nicht zum Tragen, da bei der starken Überlerntheit der Buchstaben das Testinstrument zu grob ist. Diese These wird durch die Resultate des Vergleiches von Items mit reduziertem und Items mit ungekürztem Alphabet als Stimuluselementen belegt.
Verlängerung der Bearbeitungszeit oder Verwendung eines Reaktionszeitmeßgerätes könnten im Rahmen einer empirischen Abklärung sinnvoll eingesetzt werden.
(siehe auch Interpretation der anderen Variationen).

Zusammenfassung der Resultate:

a) Bei Buchstaben- und Ziffern-Items, nicht bei den Symbol-Items, ist ein Übungseffekt, der durch die Anordnung der einzelnen Aufgaben innerhalb der gesamten Itembatterie bedingt ist, festzustellen.

Dieser Einfluß auf die Leistung der Probanden bei den verschiedenen Aufgaben wird aber durch die in der Untersuchung realisierte spezifische Item-Anordnung im Mittel für beide Aufgabengruppen neutralisiert.

b) Parallele (einander entsprechende) Buchstaben-, Symbol- und Ziffern-Items sprechen gleiche Leistungsbereiche (Leistungsaspekte) an.

c) Symbol-Items sind schwieriger als entsprechende Buchstaben- und Ziffern-Items.

d) Aus informationstheoretischer Sicht stellen sich die unter b) und c) genannten Resultate wie folgt dar:

- Die Art, also die Qualität der Informationsverarbeitung, welche durch die Struktur eines spezifischen Items gefordert wird, ist unabhängig vom Inhalt des Items, d.h. unabhängig vom Typ der Elemente, die das betreffende Item konstituieren.
- Der Grad, also die Quantität der Informationsverarbeitung, welche durch die spezifische Struktur eines Items provoziert wird, ist abhängig vom Inhalt des Items, d.h. abhängig davon, welcher Typ von Einzelelementen das Item bildet. Symbol-Items fordern nämlich ein größeres Ausmaß von Informationsverarbeitung pro Element als entsprechende Buchstaben- oder Ziffern-Items.

Im Anschluß und als Ergänzung dieser Ergebnisse und Überlegungen soll weiter unten analysiert werden, in welcher Weise bzw. in welchem Umfang die Typen von Elementen sich als Materialfaktoren in der Beziehungsstruktur der Itembatterie widerspiegeln.

Variationen der Elementenanordnung - Auswertung

3 verschiedene Arten der Anordnung stehen zum Vergleich:

- Anordnung der Elemente als Sequenz
- Anordnung von je 4 Elementen als quadratisches Muster
- Anordnung von je 16 Elementen als quadratisches Muster.

Die quadratische Anordnung von je 16 Elementen ist bei Variable 1, dem 'Modifizierten Mosaiktest (16)', vorgegeben, während die meisten anderen Items des Testmaterials sequentielle Anordnung in verschiedenen Versionen realisieren.

Um Effekte, die möglicherweise durch spezifische Anordnung der Elemente bedingt sind, berücksichtigen zu können, wurden Variable 3 'Symbole reproduzieren' und Variable 17 'Modifizierter Mosaiktest (4)' als Varianten von Variable 1 neu geschaffen und in die Testbatterie aufgenommen. Zusätzlich wurden als Parallellform je 3 Buchstaben- und Ziffern-Items konstruiert, sodaß insgesamt 9 Aufgaben für eine Analyse zur Verfügung stehen.

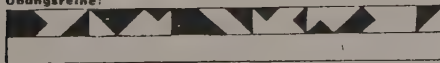
Anordnung:	Buchstaben-Items	Symbol-Item	Ziffern-Items
Sequenz	V 10	V 3	V 9
Muster (4)	V 16	V 17	V 15
Muster (16)	V 12	V 1	V 11

Zur Veranschaulichung werden die 3 Symbol-Items exemplarisch wieder- gegeben.

Sequenz: 'Symbole reproduzieren', Variable 3.



Übungsreihe:



4-Felder-Muster: 'Modifizierter Mosaiktest', Variable 17.



Übungs-
beispiele:



16-Felder-Muster: 'Modifizierter Mosaiktest', Variable 1.



Übungsbeispiel:



Aus ökonomischen Gründen war es nicht realisierbar, weitere Variationen des Testmaterials bezüglich der Elementenordnung vorzunehmen. Ebenso konnten die 9 Testaufgaben nicht allein im Hinblick auf die hier intendierte Fragestellung in die Gesamtuntersuchung eingebaut werden, da die Testaufgaben gleichzeitig auch zur Behandlung weiterer relevanter Problemstellungen herangezogen werden. Auf diesem Hintergrund ist davon auszugehen, daß die vorliegenden Resultate nur erste Hinweise darüber geben können, welche Auswirkungen diverse Anordnungsschemata haben.

Der 'gesunde Menschenverstand' ließe wohl erwarten, daß sequentielle Anordnungen am leichtesten, Muster mit zunehmender Größe schwerer zu bearbeiten seien. Es dürfte nämlich unter sonst gleichen Bedingungen einfacher sein, jeweils die Position des nächsten Stimulus- oder Responseelementes in einer Zeile aufzufinden als innerhalb eines Musters, welches mit wachsender Größe mehr Alternativpositionen zur Entscheidung bietet.

Vom informationstheoretischen Standpunkt aus stellen zusätzliche Entscheidungen zwischen Alternativpositionen zusätzliche informationsverarbeitende Prozesse dar.

Zusätzliche Informationsverarbeitung würde sich in gesteigertem Zeitbedarf oder reduzierten Rohwerten manifestieren.

In der nachstehenden Übersicht sind die für die Klärung der Fragestellung relevanten Daten zusammengestellt.

<u>Buchstaben-Items:</u>					<u>Symbol-Items:</u>				<u>Ziffern-Items:</u>			
Anordnung:	Variable	M	Z	F	Variable	M	Z	F	Variable	M	Z	F
Sequenz	10	101,6	19	1	3	8,8	18	4	9	17,8	17	1
Muster-4	16	67,5	4	1	17	8,4	13	4	15	18,8	6	1
Muster-16	12	80,6	21	1	1	8,2	15	4	11	23,6	26	1

M: mittlerer Rohwert pro Item

Z: Rangplatz des Items in der Applikationsfolge

F: Faktorenzugehörigkeit des Items (vgl. unten).

Die Mittelwerte der 3 Symbol-Items differieren nur unwesentlich. Insofern ist also kein Einfluß der 3 unterschiedlichen Anordnungsschemata festzustellen.

Daß die Symbol-Items sozusagen eine Einheit für sich bilden, zeigt sich an den übereinstimmenden Ladungen auf Faktor 4. Buchstaben- und Ziffern-Items weisen ebenso konsistent Ladungen auf Faktor 1 auf.

Auch sonst scheinen die 3 Buchstaben- und die 3 Ziffern-Items sich weitgehend ähnlich zu verhalten. Bei Variable 10 'Buchstaben reproduzieren' und Variable 9 'Ziffern reproduzieren', also bei sequentieller Elementenanordnung, treten die jeweils höchsten Rohwerte auf. Dieses Resultat entspricht zwar der Erwartung, kann jedoch beim vorhandenen Informationsstand nicht als eindeutige Bestätigung der Hypothese gewertet werden. Als Ursache für die hohen Durchschnittswerte sind nämlich 2 weitere Fakten in Betracht zu ziehen, die möglicherweise zusammenwirken:

- a) Beide Items stehen in der zeitlichen Folge der Testbatterie relativ weit hinten, d.h. ein positiver Übungseffekt könnte sich auswirken.
- b) Bei beiden Items sind die Responseelemente unmittelbar in eine Zeile unter die Stimuluselemente zu schreiben, während bei den Aufgaben mit 4-Felder-Mustern und mit 16-Felder-Mustern die Responseelemente auf ein separates Antwortblatt zu reproduzieren sind.

Reproduktion direkt auf die Testvorlage dürfte mit Sicherheit eine Vereinfachung gegenüber der Verwendung eines Antwortblattes bedeuten und in einer Erhöhung der Rohwerte Niederschlag finden.

Der Befund höherer durchschnittlicher Leistungen bei den 16-Felder-Mustern der Variablen 12 und 11 als bei den 4-Felder-Mustern der Variablen 16 und 15 scheint obiger Hypothese zu widersprechen. Dieses unerwartete Ergebnis dürfte jedoch wesentlich darin begründet sein, daß die Variablen 12 und 11 (wie auch Variable 10 und Variable 9) relativ weit nach hinten in der Itembatterie plaziert sind und bei ihnen somit sehr wahrscheinlich ein stärkerer Übungseffekt zum Tragen kommt.

Es ergibt sich folgendes Resumée:

Die Betonung der Ziele der Gesamtuntersuchung läßt nur in beschränktem Umfang Datenmaterial zur Analyse des hier diskutierten Teilaspektes verfügbar werden.

Auf Grund dieses beschränkten Datenmaterials kann keine entscheidende Aussage zu der Hypothese gemacht werden, daß verschiedene Anordnungsschemata für Stimulus- bzw. Responseelemente, z.B. Sequenz und quadratische Muster unterschiedlicher Größe, auch verschieden hohe Anforderungen an intellektuelle bzw. Informationsverarbeitungsleistung mit sich bringen.

Die referierten Erfahrungen und Überlegungen bieten für die weitere Auseinandersetzung mit diesem Problem mehrere Anregungen:

- Bei entsprechenden Versuchsplanungen ist darauf zu achten, daß Übungseffekte kontrollierbar sind.
- Die Versuchs-Items dürfen nur bezüglich des kritischen Aspekts, nämlich der Elementenanordnung variieren. Das heißt: Für alle Aufgaben einer Vergleichsserie sind Antwortblätter obligatorisch. Bei den Aufgaben einer zweiten Vergleichsserie werden ggf. einheitlich keine Antwortblätter verwendet.
- Durch die Item-Auswahl sollte ein breiterer Variationsspielraum hinsichtlich der verschiedenartigen Anordnungsschemata für Elemente realisiert werden. Auf diese Weise könnte eine breitere Basis für die angestrebten Aussagen geschaffen werden.
- Erweist sich das Variationskriterium als relevant, so sind auch eine Herauslösung einzelner Informationsverarbeitungsschritte bei der Aufgabenbehandlung durch geeignete Modifizierung des Items sowie spezifische Analysen der einzelnen Phasen sinnvoll.

Variation der Dimensionalität - Auswertung

Der originale Test 'Gleiche Zahlen' enthält 4-stellige Zahlen als Reize. Jede dieser Zahlen kann für sich als 4-dimensionaler Stimulus aufgefaßt werden.

4372

4372 6114 5174 3820 3147 4372 9609 1516 5438 7784

Das Pendant hierzu ist in 'Buchstaben durchstreichen' gegeben. Die einzelnen Buchstaben können als 1-dimensionale Reize gesehen werden.

n

nddtndgndstennwnvzvunrpnchocaryrfnnidseeb

Um Auswirkungen unterschiedlicher Dimensionalität auf Test- bzw. Informationsverarbeitungsleistungen zu erfassen, wurden entsprechende Aufgabenvarianten in die Itematterie aufgenommen (vergl. Seite 167). Testökonomische Überlegungen setzten den Variationsmöglichkeiten hier jedoch relativ enge Grenzen.

Die Aufgabengruppe zur Repräsentation des Faktors Merkfähigkeit weist ebenfalls Variationen bezüglich der Stimulus-Dimensionalität auf. Wegen seiner spezifischen Eigenart soll dieser Teil der Itematterie jedoch gesondert behandelt werden.

Es stehen somit 8 Items mit den entsprechenden experimentellen Daten für eine Analyse zur Verfügung:

Elementen-Typ	1-dimensionale Stimuli					4-dimensionale Stimuli					Relation*
	Variable	M	S	Z	F	Variable	M	S	Z	F	
Buchstaben-Item (beschr.)	33	102.02	15.58	43	1	35	84.64	15.18	44	1	.83
Buchstaben-Item (Alph.)	31	99.26	16.29	40	1	34	87.89	13.54	41	1	.89
Symbol-Item	5	84.01	17.23	12	1	13	56.63	12.16	14	1	.67
Ziffern-Items	32	89.95	18.87	1	3	30	60.68	15.43	2	1	.67

*Relation: Relation zwischen den Mittelwerten jedes Vergleichspaares

Eine spezielle Hypothese in bezug auf die experimentellen Resultate hätte lauten können:

Die Darbietung einer gegebenen Anzahl von Einzelelementen in der Form von 4-dimensionalen Stimuli (Aggregaten) bewirkt gegenüber der Darbietung als 1-dimensionale Stimuli (jedes Element separat) eine Leistungssteigerung pro Zeiteinheit (d.h. mehr bearbeitete Elemente), da nicht alle Einzelelemente identifiziert werden müssen.

Die analoge informationstheoretische Aussage ist:

Die Applikation des vorgegebenen Informationsbetrages in der Form von 4-dimensionalen Stimuli ermöglicht gegenüber der Darbietung als 1-dimensionale Reize eine erhebliche Redundanznutzung, welche sich in proportional höherer Informationsverarbeitungsleistung bezogen auf die (gleiche) Ausgangsinformation niederschlägt.

Erwartungsgemäß werden in allen 4 Vergleichsfällen eindeutig mehr 1-dimensionale als 4-dimensionale Stimuli bearbeitet.

Übungseffekte dürften hierbei mit Sicherheit keine Rolle spielen, da innerhalb der Vergleichspaare keine bedeutsamen Differenzen bezüglich der zeitlichen Position in der Itematterie vorhanden sind.

Ebenfalls in Übereinstimmung mit der Hypothese, aber überraschend in seiner Ausprägung, ist die Tatsache, daß im Mittel nur 23 % weniger 4-dimensionale Reize bearbeitet wurden als 1-dimensionale Reize.

Dieser Befund weist auf eine relativ gute Redundanznutzung bei der Bearbeitung der 4-dimensionalen Stimuli hin. Sie beträgt rechnerisch im Mittel 6.9 bit pro Reaktion.

Die Redundanznutzung scheint mit zunehmender Übung besser möglich zu sein. Sie ist bei V 33 gegenüber V 35 und V 31 gegenüber V 34 jeweils besser als bei V 5 gegenüber V 13 und V 32 gegenüber V 30, die in der Itemfolge weiter vorne plazierte sind.

Unter der Bedingung des für die 8 Experimental-Items festgelegten Bearbeitungsmodus' können also bei Darbietung in Form von 4-dimensionalen Reizen 3 mal so viele Einzelelemente bearbeitet werden wie bei Darbietung in Form von 1-dimensionalen Reizen.

Ursache hierfür ist sicher, wie bereits erwähnt, die Möglichkeit der Redundanznutzung. Zusätzlich dürften jedoch noch 2 weitere Gegebenheiten mitwirken:

- Die 4-dimensionalen Reize sind auf dem Testbogen räumlich etwas voneinander distanziert wiedergegeben und somit wohl auch besser differenzierbar (vergleiche z.B. S. 157 u. 161).
- Bei Darbietung von 1-dimensionalen Reizen verlangt jedes Element (= 1 Reiz) eine motorische Antwortreaktion. Die Darbietung von 4-dimensionalen Reizen erfordert nur für je 4 Elemente (= 1 Reiz) eine motorische Antwortreaktion. Letztere Bedingung bedeutet natürlich eine gewisse Arbeitszeiterparnis.

Der obengenannte Befund zeigt, aus anderer Sicht betrachtet, daß die Versuchspersonen der Stichprobe in gleichen Zeitspannen um $\frac{1}{4}$ weniger 4-dimensionale Reize bearbeitet haben als 1-dimensionale Reize.

4-dimensionale Stimuli dieser Art besitzen also auch 'praktisch' (handlungsrelevant) mehr Information als 1-dimensionale Stimuli.

Die hier verfügbaren empirischen Resultate weisen auf eine Proportion von 3 zu 4 hin, d. h. die 'praktische' (handlungsrelevante) Information von 3 4-dimensionalen Stimuli entspricht der Information von 4 1-dimensionalen Stimuli. Diese Proportion hätte ihre Entsprechung in der jeweils erforderlichen Informationsverarbeitungsleistung und diese wiederum in den Anzahlen der Reaktion bzw. den benötigten Zeitspannen.

Die hier geschilderten Resultate können als ernsthafte Hinweise gewertet werden und legen weiterführende Untersuchungen nahe. Einige Aspekte, die für künftige Experimente von Bedeutung sein können, sollen genannt werden:

- Die ungleichen Häufigkeiten schriftlicher Reaktionen auf z.B. 1-dimensionale und 4-dimensionale Stimuli müssen hinsichtlich ihrer Auswirkung kontrolliert werden, d.h. der 'motorische Aufwand' muß vergleichbar gehalten werden.
- Graphische Wiedergabe und damit optische Differenzierbarkeit von Testvariationen mit Reizen verschiedener Dimensionalität sollten möglichst übereinstimmen.
- Die Variation der Dimensionalität von Reizen sollte sich nicht nur auf die 1-dimensionalen und 4-dimensionalen Versionen beschränken.
- Näher abgeklärt werden könnte, inwieweit Redundanznutzung der hier besprochenen Art erlernbar oder übungsabhängig ist und ob es sich hierbei um eine spezielle Fähigkeit handelt.
- Ein Aspekt der Analyse könnte auch sein, in welchem Umfang die mathematische, 'theoretisch' vorhandene Redundanz genutzt wird bzw. unter verschiedenen Bedingungen genutzt werden kann.
- In Fortschreibung dieser experimentellen Fragestellung wäre demnach auch zu prüfen, inwiefern die Ergebnisse der genannten Untersuchungsansätze auf andere mehrdimensionale Stimuli im Rahmen der Intelligenzforschung übertragbar sind, z.B. auf Komponenten der "Progressive Matrices" nach Raven (1956).

Variation der Wahrscheinlichkeits- bzw. Häufigkeitsverteilung von Stimuluselementen - Auswertung

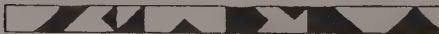
Betrachtet man die Palette der Intelligenztestitems, so sieht man, daß sich alle Items aus mehr oder weniger vielen Komponenten, Elementen zusammensetzen. Der Häufigkeitsverteilung der Komponenten wird meist nur geringe oder keine Beachtung geschenkt. Dies ist beispielsweise daran zu erkennen, daß so gut wie keine Angaben über Häufigkeitsverteilungen der Einzelelemente gemacht werden, sei es für den "Mosaik-Test", den "Zahlen-Symbol-Test", das "Buchstaben-durchstreichen" usw.

Aus informationstheoretischer Sicht kommt aber gerade der Wahrscheinlichkeits- und damit der Häufigkeitsverteilung von Ereignissen wesentliche Bedeutung zu. Die Auftrittswahrscheinlichkeiten von Ereignissen, z.B. von Itemkomponenten, legen deren Informationsgehalt fest. Der Informationsgehalt einer Aufgabe bestimmt wiederum, welche Informationsverarbeitungsleistung ihre Bearbeitung erfordert. Die Vorzüge einer informationstheoretischen Betrachtungsweise wurden bereits oben ausführlich dargelegt.

Leider mußte eine eingehende Analyse dieses gleichwohl bedeutsamen Bereiches zugunsten anderer wesentlicher Fragestellungen hintangestellt werden.

Daher stehen die Ergebnisse nur zweier Items mit unterschiedlichen Häufigkeitsverteilungen zur Verfügung. Es handelt sich um die Variablen 4 und 6 'Symbole durchstreichen'. Beide konstituieren sich aus Symbolen, die unmittelbar aneinander anschließen.

Übungsreihe 1



Übungsergebnis:



Bei Variable 4 besitzt das "Gleiche Symbol" eine Auftrittswahrscheinlichkeit von $\frac{1}{10}$, was einem Informationsbetrag von 3.32 bit entspricht. Die durchschnittliche Information pro Stimuluselement beträgt 3.32 bit.

Bei Variable 6 hat das "Gleiche Symbol" eine Auftrittswahrscheinlichkeit von $\frac{1}{4}$, also einen Informationsgehalt von 2 bit. Die mittlere Information eines Stimuluselementes liegt bei 3.19 bit.

Die durchschnittliche und die absolute Stimulus-Information ist für Variable 4 also um .13 bit höher. In Konsequenz hiervon sind auch die Reaktionsinformationen und der Betrag an Informationsreduktion bei Variable 4 größer als bei Variable 6.

Daß die Bearbeitung von Variable 4 mehr Informationsaufnahme, Informationsabgabe sowie Informationsreduktion, kurz mehr Informationsverarbeitung erfordert, sollte sich in einem vergleichsweise niedrigeren Rohwert bei gleicher Arbeitszeit niederschlagen.

Folgende Daten sind gegeben:

Variable	M	S	Z	F
4	52.70	16.56	16	4
6	92.29	18.11	22	1

Die Resultate stehen mit der Hypothese in Einklang, können jedoch nicht ohne weiteres als eine Bestätigung für sie gewertet werden. Zum einen ist ein möglicher Übungseffekt als Mitursache für den höheren Mittelwert bei Variable 6 nicht auszuschließen.

Weit wichtiger scheint jedoch der Umstand, daß die "Gleichen Symbole" beider Items sich bezüglich ihrer optischen Differenzierbarkeit stark unterscheiden; bei Variable 6 ist das "Gleiche Symbol" sicherlich viel leichter von den anderen Symbolen zu differenzieren als bei Variable 4. Hierin dürfte ein wesentlicher Teil der Erklärung für die große Mittelwertsdifferenz liegen. Diese Gegebenheit manifestiert sich auch in den voneinander abweichenden Faktorenladungen beider Aufgaben: Variable 4 erfaßt schwerpunktmäßig 'Anschauungsgebundenes Denken', Variable 6 'Konzentration / Tempomotivation'.

Zusammenfassend kann festgestellt werden:

Die Frage nach der Relevanz von Wahrscheinlichkeits- bzw. Häufigkeitsverteilungen der Stimuluselemente eines Items für die (von letzterem) provozierten Intelligenz- bzw. Informationsverarbeitungsprozesse scheint weiterhin sinnvoll. Bei der Konzeption entsprechender Versuchspläne sollten eine Reihe von Erfahrungen und Überlegungen Beachtung finden:

- Unerwünschte Übungseffekte müssen kontrollierbar gemacht werden.
- Andererseits könnte Lernfähigkeit von Versuchspersonen in bezug auf Wahrscheinlichkeiten von Stimuluselementen ein bedeutsamer Untersuchungsgegenstand sein.
- Alle Itemcharakteristiken, wie z.B. optische Differenzierbarkeit der Stimuli, ausgenommen die kritische Variable, müssen selbstverständlich konstant gehalten werden.
Dieser Aspekt ist ggf. in Vorversuchen abzuklären.
- Über eine systematische Variation der Auftretswahrscheinlichkeiten hinaus verspricht eine Analyse der Auswirkungen konditionaler Wahrscheinlichkeiten wesentliche Aufschlüsse (insbesondere in bezug auf komplexere Aufgaben).

Variation des Umfanges des Elementenrepertoires bei Buchstaben-Items - Auswertung

Wie auf Seite 167 ausgeführt, dient bei den Variablen 21, 23, 31 und 34 das Buchstaben-Alphabet (Umfang = 26), bei den Variablen 20, 22, 33 und 35 das oben beschriebene, reduzierte Buchstabenrepertoire (Umfang = 10) als Elementenrepertoire.

Informationstheoretisch gesehen stellt sich die Variation des Umfanges des Elementenrepertoires von 10 auf 26 folgendermaßen dar: Ein Element aus einem Repertoire des Umfanges $U = 10$ besitzt durchschnittlich 3,33 bit Information.

Dagegen kommen einem Element aus einem Repertoire des Umfanges $U = 26$ durchschnittlich 4,7 bit Information, also das 1,42-fache, zu.

Dementsprechend erfordert die Bearbeitung dieser Items auch einen größeren Aufwand an Informationsverarbeitung, welcher sich - bei den einfachen Aufgaben der hier verwendeten Art - in einem vermehrten Zeitaufwand bzw. in niedrigeren durchschnittlichen Scores manifestieren sollte.

Die in der nachstehenden Tabelle aufgeführten 4 Variablenpaare sind identisch bis auf den Umfang des jeweils verwendeten Buchstaben-Repertoires.

Buchstaben-Repertoire:

U = 26				U = 10				
Variable	M	s	Z	Variable	M	s	Z	Korr.
21	16.76	4.17	34	20	15.33	3.52	32	.737 s.s.
23	16.14	3.29	35	22	15.84	3.71	33	.693 s.s.
31	99.26	16.29	40	33	102.02	15.58	43	.810 s.s.
34	<u>87.89</u>	<u>13.54</u>	<u>41</u>	35	<u>84.64</u>	<u>15.18</u>	<u>44</u>	<u>.782</u> s.s.
$\bar{x}$	55.01	9.32	37.5		54.46	9.5	38	.756

(M: mittlerer Rohwert pro Item

s: Streuung der Rohwerte

Z: Rangplatz des Items in der Applikationsfolge)

Mittelwerte und Streuungen der 4 Vergleichspaare weichen im Durchschnitt nur unbedeutsam voneinander ab. Auch die Positionen innerhalb der Itembatterie stimmen bei den Variablengruppen so weit überein, daß ein diesbezüglicher Effekt ausgeschlossen werden kann. Die Korrelation zwischen je 2 Parallelvariablen beträgt im Durchschnitt .756. Für die restlichen 24 Interkorrelationen ergibt sich mit .549 ein deutlich geringerer Durchschnittswert.

Das läßt darauf schließen, daß es sich tatsächlich um 4 Paare von Parallelvariablen handelt und die Übereinstimmung innerhalb eines Vergleichspaares gegenüber Unterschieden, welche möglicherweise durch differierenden Umfang des Elementenrepertoires bedingt sind, überwiegen.

Anhand des vorliegenden Datenmaterials läßt sich die Relevanz der Variation des Repertoire-Umfanges bei Buchstaben ($U = 10$, $U = 26$) nicht nachweisen:

Ursachen für dieses Resultat können sein:

- Das Buchstaben-Alphabet ist ein sehr gut gelerntes Elementenrepertoire. Deshalb hat die Erhöhung der Alternativenanzahl von 10 auf das vollständige Alphabet nur geringen Effekt.
- Der erwartete Effekt zeigt sich - möglicherweise auch deshalb - nur bei umfangreicheren Items, d.h. bei längerer Arbeitszeit.
- Bei den Variablen 21 und 20 sowie 23 und 22 bewirkt die Beschränkung auf 10 Buchstaben vielleicht sogar (gleichzeitig) eine Erschwerung der Aufgabe, denn die Versuchsperson muß darauf achten, 16 der gut gelernten 26 Buchstaben aus ihrer Assoziation auszuschließen.
- Die Wirkung des unterschiedlich umfangreichen Elementenrepertoires kommt möglicherweise bei den Variablen 31 und 33 sowie 34 und 35 auch deshalb nicht zum Tragen, weil die Versuchspersonen aus ökonomischen Gründen sehr wahrscheinlich gar nicht jedes einzelne Stimuluselement (Buchstaben) identifizieren, sondern nur feststellen ob es sich bei einem Stimuluselement um den "gleichen Buchstaben" bzw. "Buchstabenkombination" handelt oder nicht. In diesem Falle würde die Identifikationsleistung nur ca. 1 bit betragen und weitgehend unabhängiger vom Umfang des Stimulusrepertoires sein.

Auf Grund der genannten Überlegungen ergeben sich 3 Aspekte, welche für eine neuerliche Prüfung der Variation des Repertoireumfanges wichtig sein können:

- Die Versuchs-Items sollten eine angemessene Mindestbearbeitungszeit vorsehen.
- Den Versuchs-Items sollten 'neutrale', d.h. nicht überlernte Elementenrepertoire zugrunde liegen.
Z.B.: Es sollte das kleinere Repertoire nicht ein Teil des größeren Repertoires sein.
- Die Versuchs-Items sollten so beschaffen sein, daß die Versuchsperson den jeweiligen, gesamten Repertoireumfang bei der Bearbeitung nutzen muß.

Variation von Items bezüglich des Kriteriums, ob zwischen benachbarten Symbolen als Stimuluselementen ein Zwischenraum existiert oder nicht - Auswertung

Die in der nachstehenden Tabelle wiedergegebenen Variablen bzw. Items haben gemeinsam, daß ihnen Symbole als Stimuluselemente dienen. Bei den Variablenpaaren (1-2, 5-6, 7-8, 13-14, 17-18) handelt es sich jeweils um Parallelitems, welche sich nur hinsichtlich eines wesentlichen Aspektes unterscheiden: Bei den mit "Z" attributierten Aufgaben existiert zwischen benachbarten (aneinander grenzenden) Symbolen ein geringer Zwischenraum, der bei den mit "G" attributierten Aufgaben fehlt (vgl. S. 115).

"Z" - Items

Variable	M	S	Z*	F**
1	22.24	8.16	15	4
5	84.01	17.23	12	1
7	31.37	7.13	11	1/4
13	56.63	12.16	14	1
17	24.84	8.37	13	4

"G" - Items

Variable	M	S	Z	F	Diff. Z.	Korr.
2	20.62	6.36	25	4	10	.592
6	92.29	18.11	22	1	10	.839
8	27.58	6.46	20	1/4	9	.716
14	68.07	11.60	24	1	10	.767
18	25.95	7.85	23	4	10	.708

*Z: Position innerhalb der Itembatterie

**F: Faktor, auf den die Variable am höchsten lädt

Die Variation "Z" - "G" für Symbolitems wurde in die Versuchsanordnung mitaufgenommen, um zu überprüfen, inwieweit Existenz bzw. Fehlen eines geringen Zwischenraumes zwischen benachbarten Einzelelementen sich auf die Leistung von Versuchspersonen auswirken. Ein solcher Abstand zwischen den Elementen ist ja prinzipiell bei Buchstaben- und Ziffernitems gegeben.

Ein Abstand zwischen benachbarten Symbolen sollte bessere optische Differenzierbarkeit bewirken und damit eine größere Anzahl von Reaktionen bzw. Lösungen bei gegebener Arbeitszeit ermöglichen.

Aus informationstheoretischer Sicht stellt sich dieser Gedanke wie folgt dar:

Zur Identifizierung von Stimuluselementen sind bei "Z"-Items 10 Alternativen zu unterscheiden; bei "G"-Items ist ebenfalls zwischen 10 verschiedenen Elementen zu differenzieren, zusätzlich jedoch zwischen den Alternativen möglicher Grenzen zwischen je 2 Elementen.

Hieraus ergibt sich: Zur Identifizierung von Symbolen der "G"-Items ist mehr Informationsverarbeitung notwendig und es werden somit weniger Elemente pro Zeiteinheit identifiziert als bei "Z"-Items.

Eine wesentliche Rolle bei der Untersuchung dieser Annahme spielen wiederum die Position der Items innerhalb der gesamten Versuchsanordnung und mit ihr verbundene Übungseffekte (siehe S. 209). Im Rahmen des vorliegenden Versuchsplanes war es nicht möglich, die Item-Positionen systematisch zu variieren. Deshalb wurden alle "G"-Items einer zeitlich späteren Phase des Versuchsablaufs zugeordnet als die "Z"-Items, sodaß die hypostasierte Wirkung zwar möglicherweise durch Übungseffekte überdeckt werden konnte, jedoch nicht irrtümlich diesen zugeschrieben werden kann. (Sie würde ja allenfalls "trotz" gegenwirkenden Übungseffekten auftreten).

Diese vorgegebenen Bedingungen lassen selbstverständlich keine endgültige und generelle Klärung der Fragestellung erwarten.

Die Korrelationen innerhalb der 5 Variablenpaare zeigen wie auch der Umstand, daß Variable eines Vergleichspaares jeweils auf den gleichen Faktor laden, daß man zurecht von Parallelvariablen sprechen kann.

Die Resultate der Vergleichspaare 5-6 und 13-14 scheinen den Erwartungen direkt zu widersprechen. Genaue Betrachtung der betreffenden Aufgaben ergibt jedoch:

Bei den Items 5 und 6 ist das "Gleiche Symbol" auch bei der "G"-Version sehr gut differenzierbar (siehe S. 407).

Bei V 14, der "G"-Version von V 13, bleiben für die 4-dimensionalen Stimuli als Reiz-Einheiten die Abstände gleich. Und infolge möglicher und wahrscheinlicher Redundanznutzung kommt auch innerhalb der 4-stelligen Symbolaggregate das Fehlen eines Abstandes weniger stark zum Tragen.

Außerdem sind von der Aufgabenstellung her bei V 6 und V 14 die Versuchspersonen nicht gezwungen, die "ungleichen Symbole" jedes für sich zu identifizieren wie bei den Vergleichspaaren 1-2, 7-8 und 17-18. Die gleiche Bedingung ist auch bei Variablenpaar 7-8 gegeben.

Bei diesen beiden Vergleichspaaren ist also der unter Umständen trotzdem vorhandene geringere Variationseffekt durch den starken Übungseffekt verdeckt.

Die Mittelwerte der "Z"-Items 1 und 7 liegen entsprechend der Erwartung etwas höher als die Mittelwerte der parallelen "G"-Items 2 und 8.

Bei den Variablen 17 und 18 differieren die Durchschnittsscores zwar entgegen der Hypothese, jedoch völlig unerheblich im statistischen Sinn.

Kennzeichnend für diese Itemgruppe (1,2; 7,8; 17,18) ist, daß hier die Versuchspersonen aufgefordert sind, jedes einzelne Stimuluselement zu identifizieren, da ansonst keine 'korrekte' Lösung möglich ist.

Insgesamt gesehen können die Resultate, die sich an diesen 3 Itempaaren zeigten, als eine Bestätigung der oben angeführten Annahme, daß "G"-Items schwieriger zu bearbeiten sind bzw. ein größeres Maß an Informationsverarbeitung erfordern, gewertet werden. Denn der sicherlich vorhandene Übungseffekt wird in diesen 3 Fällen egalisiert bzw. sogar überdeckt.

Die Tatsache, daß der Effekt der Variation "G" - "Z" bei dem Variablenvergleich 1-2 deutlicher hervortritt als bei dem Variablenvergleich 17-18, kann folgende Erklärung finden:

Bei den Variablen 1 und 2 sind 1,5 Abgrenzungen zu den Nachbar-elementen pro Stimuluselement gegeben, bei den Variablen 17 und 18 1 Abgrenzung zu Nachbarelementen pro Stimuluselement. Je mehr Entscheidungen über die richtige Abgrenzung aber notwendig sind, desto umfangreicher die erforderliche Informationsverarbeitung und desto größer der Effekt der Variation "G" - "Z".

Für das deutliche Hervortreten des Variationseffektes bei den beiden Versionen des "Symbol-Zahlen-Tests" könnte die spezifische Item-eigenart verantwortlich sein, welche nach der ersten Identifikation eines Stimuluselementes ein 'aus-dem-Auge-lassen' erforderlich und somit eine neuerliche Identifikation (wenn auch erleichterte) notwendig macht.

Zusammenfassend kann konstatiert werden:

Das vorliegende Datenmaterial spricht dafür, daß ein geringer Abstand zwischen benachbarten Reizelementen die Differenzierung erleichtert bzw. eine geringere Informationsverarbeitungsleistung erfordert, als es beim Fehlen eines Abstandes der Fall ist. Diese Feststellung gilt jedoch nur oder verstärkt dann, wenn die Bearbeitungsinstruktion des betreffenden Items die Identifikation jedes einzelnen Stimuluselementes notwendig macht.

Das Ausmaß zusätzlich erforderlicher Informationsverarbeitung kann wegen des überlagernden Übungseffektes anhand des vorliegenden Materials nicht exakt empirisch bestimmt werden.

Hieraus ergeben sich folgende Empfehlungen für künftige, detaillierte Untersuchungen der Wirkung der Variationen "G" - "Z":

- Verwendung von Items, die eine Identifikation jedes einzelnen Stimuluselementes erfordern;
 - Konstruktion einer Versuchsanordnung, welche eine Überlagerung der zu überprüfenden Wirkungen durch Übungseffekte ausschließt;
 - Genauere Untersuchung, wie sich die Informationsverarbeitungsleistung in Abhängigkeit von den Bedingungen "G" und "Z" ändert, indem zusätzlich geeignete Items einbezogen werden.
- Z.B.: Items mit verschiedenen Formen von Elementen-Kombinationen und Anordnungen.

Systematische Variation des Zahlen-Symbol-Tests - Auswertung

Der Zahlen-Symbol-Test wurde als hypothetischer Repräsentant der Intelligenzfaktoren "Konzentrationskraft / Tempomotivation" und (potentiell) "Anschauungsgebendes Denken" in die Itembatterie aufgenommen. Er genügte den festgelegten Auswahlkriterien und enthält als Materialkomponenten zwei der hier relevanten Elemententypen, Ziffern und Symbole. Als V 36 'Ziffern-Symbol-Test' ist er speziell für die Belange dieser Arbeit modifiziert (siehe S. 168).

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

9	2	8	2	2	3	8	0	2	6	6	8	9	1	8	5

Um materialbedingte Effekte, welche mittels der hier verwendeten informationstheoretischen Methoden nicht direkt erfaßt werden, und Wirkungen der Compatibilität näher abzuklären, wurden 4 zusätzliche Versionen des Zahlen-Symbol-Tests konstruiert:

'Symbol-Ziffern-Test', Variable 7 und 8

1	4	2	4	6	5	3	7	0	8

Übungsreihe:

									
5	7	1	8	3	0	9	6	2	4

Übungsreihe:

Für die Versuchspersonen-Stichprobe dieser Untersuchung ergeben sich folgende Werte:

V	M	S	Z*	F**	V:	7	8	36	37	38	39
7	31.37	7.13	11	1	7		.72	.59	.66	.58	.63
8	27.58	6.46	20	(1) (4)	8			.60	.57	.55	.55
36	26.26	6.04	45	(1) (5)	36				.60	.56	.59
37	39.11	8.01	5	1	37					.74	.68
38	34.30	7.75	3	1	38						.69
39	38.09	7.29	42	1	39						--

*Z: Position innerhalb der Itembatterie

**F: Faktor, auf den die Variable am höchsten lädt
niedrige Ladungen (unter .50) in Klammern.

Betrachtet man die Interkorrelation zwischen den 6 Variablen, so bietet sich eine Einteilung in 3 Gruppen an:

Gruppe I bilden die Variablen 7 und 8. Sie korrelieren mit $r = .72$ relativ hoch miteinander; der durchschnittliche Zusammenhang mit den 4 anderen Items beträgt dagegen nur $r = .59$.

Gruppe II umfaßt nur Variable 36, den 'Ziffern-Symbol-Test'. Diese Aufgabe korreliert mit den 5 anderen Aufgaben im Mittel mit $r = .59$, mit keiner jedoch über $r = .60$.

Gruppe III setzt sich aus den verbleibenden 3 Variablen 37, 38, 39 zusammen. Die Beziehungen zwischen ihnen selbst sind mit durchschnittlich $r = .70$ relativ eng, wohingegen diese Variablengruppen mit den 3 ersten Aufgaben im Mittel nur bei $r = .59$ korreliert.

Dieser Gruppeneinteilung entsprechen per inspectionem folgende (spezifische) Item-Gemeinsamkeiten bzw. -Unterschiede.

Die beiden Variablen 7 und 8 sind Parallelvariablen, welche sich allein dadurch unterscheiden, daß bei V 8 zwischen benachbarten Symbolen als Stimuluselementen kein Zwischenraum vorhanden ist wie bei V 7.

V 36 hat im Gegensatz zu diesen beiden Variablen Ziffern als Stimuluselemente, denen Symbole zuzuordnen sind.

Charakteristisch für Items der Gruppe III ist, daß ihre Materialkomponenten in Buchstaben und Ziffern bestehen, nicht jedoch in Symbolen.

Vergleicht man alle 6 Variablen bezüglich ihrer Mittelwerte, so zeigt sich folgendes Bild: Bei allen 3 Items, die keine Symbole als Stimulus- oder Responseelemente enthalten (V 37, 38, 39), erzielten die Versuchspersonen im Mittel höhere Werte als bei den 3 Items mit Symbolen als Materialkomponente (V 7, 8, 36).

Ursache für dieses Resultat dürfte sein, daß die verwendeten 10 Symbole weniger intensiv überlernt sind bezüglich ihrer optischen, begrifflichen und motorischen Gestalt und somit schwerer zu identifizieren, merken und reproduzieren sind.

Der geringste Durchschnittswert tritt bei Variable 36 auf. Bei dieser Aufgabe müssen Symbole erkannt, kurzfristig gespeichert und schriftlich reproduziert werden.

Für Variable 7 'Symbol-Ziffern-Test' ergaben sich im Mittel bereits deutlich höhere Scores als für V 36. Die Bearbeitung der Variable 7 erfordert Identifizieren, kurzfristiges Speichern, nicht aber schriftliches Wiedergeben von Symbolen. Letzteres gilt gleichermaßen für V 8. Daß hier der Mittelwert nur unwesentlich höher liegt als bei V 36 kann darin begründet sein, daß bei dieser Aufgabe die Identifikation bzw. Diskrimination der einzelnen Reizelemente erschwert ist, da zwischen benachbarten Elementen kein Zwischenraum besteht (vgl. Musterexemplar).

Der drittgrößte Mittelwert ist bei V 38 'Ziffern-Ziffern-Test' zu beobachten. Er ist jedoch niedriger als bei V 37 'Ziffern-Buchstaben-Test' und V 39 'Buchstaben-Ziffern-Test'. Charakteristisch für V 38 ist, und damit unterscheidet sie sich von den beiden anderen Items, daß Stimulus- und Responsematerial gleich, nämlich jeweils Ziffern sind. Eine "Verwechslungsgefahr" als Konsequenz davon könnte eine Erschwerung der Aufgabe, welche zu den niedrigeren Scores führt, bewirken.

Die oben vorgenommene Einteilung der 6 Variablen anhand der Interkorrelationen in 3 Untergruppen findet durch die vergleichende Gegenüberstellung der Mittelwerte Unterstützung.

Ein Einfluß der zeitlichen Darbietungsfolge aller Items auf die Bearbeitung der 6 Zahlen-Symbol-Varianten ist nicht nachweisbar (Korrelation zwischen M und Z: $r = .31$).

Kurz gefaßt ist also zu konstatieren:

Die Variation des 'Ziffern-Symbol-Tests' erweist sich als empirisch relevant. Aus den 6 Items sind 3 Gruppen hervorgetreten, die sich durch unterschiedliche Bearbeitungsschwierigkeit einerseits und entsprechende Unterschiede bezüglich des Itemmaterials andererseits voneinander abheben, sowie geringere korrelative Beziehungen zwischen den Gruppen als innerhalb der Gruppen, aufweisen.

Die grundsätzliche und umfassende Einordnung der Resultate mit dem 'Ziffern-Symbol-Test' und seinen Modifikationen in den Gesamtrahmen der Untersuchung und auch eine eingehendere interpretative Festlegung des 'Ziffern-Symbol-Tests' soll weiter unten stattfinden (einschließlich informationstheoretischer Berechnung).

Informationstheoretisch stellen sich die Unterschiede zwischen den 3 Gruppierungen und damit auch die Resultate der Variation des 'Ziffern-Symbol-Tests' demnach wie folgt dar.

Abgesehen von V 8, welche eine zusätzliche spezifische Abwandlung von V 7 darstellt, sind die Variablen 7, 37, 38, 39 systematische Variationen der ursprünglichen Aufgabe "Zahlen-Symbol-Test" bezüglich des Materialtyps der Stimulus- und der Reaktionselemente.

Es bieten sich Vergleiche unter 2 Aspekten an. Im ersten Fall wird das Stimulusrepertoire, nämlich Ziffern, konstant gehalten (bezüglich Materialtyp, Umfang, Verteilung):

Variable	36	37	38
S-Elemente	Ziffern	Ziffern	Ziffern
R-Elemente	Symbole	Buchstaben	Ziffern
M	26.26	39.11	34.3

Im zweiten Fall wird das Reaktionsrepertoire, nämlich auch Ziffern, konstant gehalten (bezüglich Materialtyp, Umfang, Verteilung):

Variable	7	39	38
S-Elemente	Symbole	Buchstaben	Ziffern
R-Elemente	Ziffern	Ziffern	Ziffern
M	31.37	38.09	34.3

Beide Vergleiche zeigen, daß die Verwendung von Symbolen als Elementenrepertoire, sei es als Stimuli oder sei es als Reaktionsform, eine Aufgabe 'schwerer' machen. Die hier benutzten Symbole beinhalten demnach bei gleichem Repertoireumfang und gleicher Wahrscheinlichkeitsverteilung in informationstheoretischen Sinne mehr Information als Buchstaben oder Ziffern. Erklärungsmöglichkeiten für diesen empirischen Befund werden an anderer Stelle (S. 211) ausführlich diskutiert.

Wie schon oben erwähnt ist es denkbar, daß unter der Bedingung gleichen Stimulus- und Responserepertoires (hier: Ziffern) wie bei Variable 38 'Ziffern-Ziffern-Test' eine "Verwechslungsgefahr" auftritt. D.h.: die Versuchsperson sieht sich an einem oder mehreren Punkten des Lösungsvorganges bzw. Informationsverarbeitungsprozesses gezwungen zu entscheiden, ob die Ziffern, mit der sie gerade arbeitet, dem Stimulus- oder dem Responserepertoire angehört.

Diese Entscheidung erfordert und beinhaltet einen eigenen zusätzlichen Informationsverarbeitungsschritt. Die "äußere" Folge ist eine Erschwerung der Aufgabe und ein etwas herabgesetzter durchschnittlicher Punktwert pro Zeiteinheit.

Variable 37 'Ziffern-Buchstaben-Test' und Variable 39 'Buchstaben-Ziffern-Test' unterscheiden sich von der Konstruktion der Aufgabe her durch die Reziprozität des Verhältnisses Reizrepertoire - Reaktionsrepertoire. Der Schwierigkeitsgrad der Aufgabe bzw. die notwendige Informationsverarbeitungsleistung wird durch diese Umkehrung nicht beeinflusst. Anders ist dies bei den Items Variable 36 'Ziffern-Symbol-Test' und Variable 7 'Symbol-Ziffern-Test'. Hier führt das reziproke Verhältnis von Reiz- und Reaktionsrepertoire zu einer ganz deutlichen Veränderung. Der bedeutsame Aspekt dieser Umkehrung liegt darin, daß bei Variable 36 Symbole und bei Variable 7 Ziffern motorisch zu reproduzieren sind. Die "motorischen Gestalten" der Symbole müßten, wie die Relation der empirischen Daten nahelegt, mehr Informationsgehalt besitzen als die "motorischen Gestalten" der Ziffern.

Dieser Sachverhalt steht in Analogie und ist sehr wahrscheinlich eine teilweise Folge davon, daß die "optischen" und "begrifflichen Gestalten" der Symbole mehr Information beinhalten als die Gestalten von Buchstaben und Ziffern.

Auf Grund dieser Bedingungen wäre also bei sonst entsprechender Bearbeitung bei Variable 36 eine größere Informationsverarbeitungsleistung zu vollbringen, um den gleichen Rohwert wie bei Variable 7 zu erreichen. Gegebene identische Zeitgrenzen müßten also zu geringeren Rohwerten bei Variable 36 führen.

Aus den hier gewonnenen experimentellen Befunden und auf Grund der theoretischen Diskussion dieser Resultate bieten sich für weiterführende Behandlung informationstheoretischer Aspekte anhand des 'Zahlen-Symbol-Tests' und seiner verschiedenen Versionen mehrere theoretische und empirische Ansatzpunkte an:

- Überprüfung der Annahme einer "Verwechslungsgefahr" bei bleichem Reiz- und Reaktionsrepertoire;
Klärung "wo" im Gesamtprozeß dieser zusätzliche Informationsverarbeitungsschritt notwendig wird.
- Experimentell könnte erstere Fragestellung angegangen werden durch eine erweiterte systematische Variation der Materialtypen, z.B. durch Überprüfung, ob Effekte der "Verwechslungsgefahr" auch demonstrierbar sind, wenn beide Repertoires gleichermaßen in Buchstaben oder Symbolen bestehen.
Die zweite Fragestellung ließe sich sinnvoll behandeln, indem durch schrittweise Modifizierung der Aufgabeninstruktion und des Aufgabenmaterials die einzelnen Phasen des durch die Aufgabenstellung intendierten Informationsverarbeitungsprozesses separat analysierbar gemacht werden.
- Untersuchungsgegenstand könnte auch sein, welche Anteile der Information der "optischen", der "begrifflichen" und der "motorischen Gestalt" in einem durch den 'Zahlen-Symbol-Test' angeregten Informationsverarbeitungsprozeß zum Tragen kommen.
- Auch dieses mehrdimensionale Problem wäre durch entsprechende Variation von Material- und Instruktionskomponenten des 'Zahlen-Symbol-Tests' in den Griff zu bekommen.

Relevanz der 7 zusätzlichen Variationen -
zusammenfassender Überblick und Wertung:

Es wurden 7 Variationskriterien behandelt. Die experimentelle Umsetzung erfolgte innerhalb des experimentellen Gesamtkonzeptes der Untersuchung. Von daher waren ihr auch gewisse Grenzen vorgegeben. Zu klären ist somit die Frage:

Besitzen die 7 Variationskriterien unter den hier realisierbaren Versuchsbedingungen Relevanz?

- a) Der Elemententyp bei Items erwies sich insofern als bedeutsam, als sich zeigte, daß Buchstaben- und Ziffernitems auf der einen und Symbolitems auf der anderen Seite zwar gleiche Leistungsbereiche ansprechen, jedoch unterschiedliche Schwierigkeitsgrade repräsentieren.
- b) Hinsichtlich der Auswirkungen von verschiedenartigen Elementenordnungen auf intellektuelle und Informationsverarbeitungsleistungen von Personen sind anhand der hier gewonnenen Daten noch kein entscheidender Aufschluß möglich.
- c) Die Relevanz der Dimensionalität von Stimuli und Responses bei Items wurde in den hierfür konzipierten Versuchssituationen manifest.
- d) Das experimentell provozierte Leistungsverhalten der Versuchspersonen verändert sich in Abhängigkeit von der Wahrscheinlichkeits- bzw. Häufigkeitsverteilung der Stimuluselemente. Es ist jedoch nicht auszuschließen, daß der sehr ausgeprägte Befund durch intervenierende Einflüsse mitbedingt ist.
- e) Der Umfang des Elementenrepertoires bei Buchstabenitems konnte an dem verfügbaren Datenmaterial nicht als leistungsrelevant dargestellt werden.
- f) Das Vorhandensein bzw. Nichtvorhandensein eines Abstandes zwischen benachbarten Symbolen bei Symbolitems erwies sich als bedeutsames Variationskriterium.
- g) Die Variation des "Zahlen-Symbol-Tests" besitzt empirische Relevanz. Die 6 zur Analyse herangezogenen Vergleichsaufgaben bilden 3 spezifische Untergruppen von jeweils gleichartigen Items.

Unter dem im Gesamtrahmen der vorliegenden Arbeit praktisch realisierbaren Experimentalbedingungen konnte also für 4 von 7 Variationskriterien Effizienz demonstriert werden.

Diese Tatsache ist andererseits nicht als Beweis für die Irrelevanz der übrigen 3 Variationskriterien zu werten. Sie besagt allein, daß unter den hier gegebenen Konditionen eine Verhaltensrelevanz nicht aufweisbar war. Dieser Befund schließt nicht aus, daß bei spezifisch geplanten Versuchsanordnungen die betreffenden Hypothesen verifizierbar sind.

In Anbetracht des Umstandes, daß die Überprüfung der kritischen 7 Aspekte sich auf Experimentalbedingungen, die primär für andere, wenn auch verwandte Fragestellungen konzipiert waren, stützt und nur begrenzt zusätzliche spezifische Modifikationen integrierbar waren, kommt die Feststellung, daß für 3 von 7 Aspekten Relevanz nicht signifikant gemacht werden konnte, nicht überraschend.

Die Resultate aller 7 Variationen empfehlen weiterführende Analysen und stellen wichtige Anregungen und Hinweise zur Verfügung. Neben dieser generellen Bedeutung besitzen die Ergebnisse auch eine spezielle Bedeutung für die vorliegende Versuchsanordnung.

Im Rahmen der Gesamtauswertung aller Daten ist eine faktorenanalytische Strukturbeschreibung vorgesehen. Die in Relation zur Anzahl der Versuchspersonen große Zahl der Variablen macht eine Reduktion des Variablenrepertoires sinnvoll. Es liegt nahe, u.a. Items zu eliminieren, die ganz speziell zur Prüfung der 7 kritischen Aspekte in die Gesamtbatterie aufgenommen wurden und sich hier nicht als relevant erwiesen.

Reduktion der Variablenzahl

Grundanliegen der Intelligenzforschung ist das Vermögen, intelligentes Verhalten erfassen, beschreiben und fördern zu können. Im Hinblick auf dieses Ziel werden Modelle intelligenten Verhaltens erstellt, die an der Realität auf ihre Brauchbarkeit zu prüfen sind.

In der vorliegenden Arbeit werden informationstheoretische Modellvorstellungen für Intelligenz getestet.

Die Modelle sollen möglichst einfach sein und Beobachtungen hinreichend abbilden und erklären.

Für diese Untersuchung wurden alle Variablen zugleich auf der Basis eines Intelligenzmodells und auf der Basis eines informationstheoretischen Modells ausgewählt.

Aus der Menge der provozierten Daten sollen hypothetische Grundgrößen abgeleitet werden, die zu den beiden Modellansätzen in Verbindung gesetzt werden können.

Hierfür bietet sich die Methode der Faktorenanalyse an.

Im Rahmen einer Übersicht über Ansätze und Resultate traditioneller Intelligenzforschung wurden auch einige generelle Prinzipien des faktorenanalytischen Konzeptes angesprochen und auf entsprechende empirische Erkenntnisse hingewiesen.

Eine Darstellung der theoretischen Ableitung sowie eine Erörterung praktischer Probleme auf der algebraisch-rechnerischen, der statistischen und interpretativen Ebene muß unterbleiben.

Es kann nur auf einige wesentliche Veröffentlichungen verwiesen werden: Thurstone (1947), Cattell (1952), Harman (1960), Pawlik (1968), Überla (1968), Weber (1974).

Diese Arbeit basiert auf einer Stichprobe von 130 Probanden. Sie genügt damit der u.a. von Weber (1974) vorgeschlagenen Regel, daß faktenanalytische Untersuchungen Merkmalsbeobachtungen an etwa 100 bis 150 Individuen zugrundegelegt werden sollten.

Zahl der Probanden und Anzahl der erfaßten Variablen stehen in Relation zueinander. Die Zahl der Probanden darf nicht kleiner sein als die der Variablen. Nach Horst (1965) sollte die Mindestzahl von Individuen dem Dreifachen der Variablenzahl entsprechen.

Bei Berücksichtigung dieser beiden Prinzipien ist daher zu überprüfen, ob und inwieweit eine Reduktion der ursprünglich 60 Untersuchungsvariablen bei gegebenem Stichprobenumfang $n = 130$ möglich ist.

Für die Beantwortung der Frage, welche der ursprünglich insgesamt 60 Variablen eliminiert werden sollen bzw. können, sind mehrere Aspekte von Bedeutung.

Auszuscheiden sind zunächst einmal Testvariablen, welche sich in der praktischen Applikation als wenig oder ungeeignet erwiesen haben.

Weiterhin kann auf Variablen verzichtet werden, die nur speziell im Rahmen einer der 7 Zusatzvariationen in die Itembatterie aufgenommen wurden, für die sich aber unter den gegebenen Versuchsbedingungen keine Relevanz aufzeigen ließ. Auf welche Datengruppen dieses Kriterium zutrifft geht aus dem entsprechenden oben stehenden Abschnitt hervor.

Ohne Nachteil für die Ergebnisse der Gesamtuntersuchung ist auch eine dritte Gruppe von Daten von der weiteren Auswertung auszunehmen. Es sind dies diejenigen Variablen, die keinen relevanten Anteil zur Faktorenstruktur beitragen, also entweder keine bedeutsamen Faktorenladungen besitzen oder die gleichzeitig durch wenigstens eine zweite andere hochkorrelierende

wurde Variable 60 auch nur zusätzlich in explorativer Funktion in die Auswertung miteinbezogen.

Die Geschlechterverteilung ist durch die Variablen 57 (Alter), 58 (Schule) und 59 (Bildung) mitrepräsentiert, wobei letztere Variablen besser zwischen den Versuchspersonen differenzieren. Außerdem lädt Variable 60 am höchsten auf einen Faktor, der durch überproportional viele Variablen sehr gut vertreten und identifizierbar ist. Von daher kann Variable 60 im weiteren unberücksichtigt bleiben.

Bei Variable 6, Arbeitskennzeichen I, 4_G , handelt es sich um eine Modifikation von Variable 5, Arbeitskennzeichen I, 4_{Zw} , 'Symbole durchstreichen' (vgl. S.126)

Sie wurde zusätzlich in die Aufgabenbatterie aufgenommen, um 2 Fragestellungen zu überprüfen:

- a) Welchen Effekt haben Vorhandensein bzw. Nicht-Vorhandensein eines Abstandes zwischen jeweils benachbarten Stimulus-Symbolen auf das Leistungsverhalten der Versuchsperson?
- b) Welchen Effekt hat unterschiedliche Wahrscheinlichkeits- bzw. Häufigkeitsverteilung von Stimulus-Symbolen auf das Leistungsverhalten der Versuchsperson?

Es zeigt sich, daß Variable 6 in der hier verwendeten Form nicht geeignet ist, die Fragestellung a) zu klären, und auch die Resultate in bezug auf Fragestellung b) zu der Zielsetzung der Gesamtuntersuchung keine unmittelbare Verbindung aufweisen. Deshalb wird Variable 6 auch im Hinblick auf den Umstand, daß sie bei einer Korrelation von $r = .839$ durch Variable 5 hinreichend vertreten ist, und innerhalb der Faktorenstruktur dem sowieso am besten repräsentierten Faktor zuordnet, nicht in den weiteren Fortgang der Untersuchung einbezogen. (s. Anhang, S. 443ff.).

Variable 14, mit der Arbeitskennzeichnung I, 10_G , als eine Zusatzvariante von V 13 'Symbolaggregate durchstreichen' sollte mit-helfen, die genannte Fragestellung a) experimentell anzugehen. (vgl. S. 135).

Variable hinreichend repräsentiert sind. Es gilt, wesentliche Informationsverluste zu vermeiden.

Für die Entscheidung, welche Variablen hiervon betroffen sind, muß eine erste, explorative Faktorenanalyse aller 60 Variablen die Grundlage liefern.

Es wurde eine auf 10 Faktoren festgelegte Hauptkomponentenanalyse durchgeführt. (Fortran, Rechenzentrum der Universität Erlangen-Nürnberg).

In Anbetracht der spezifischen Art der Variablenwahl und auf Grund vergleichender Berücksichtigung der verschiedenen Faktorenlösungen ist die rotierte Faktorenmatrix der 6-Faktoren-Lösung im Anhang (S. 445) wiedergegeben.

Im Folgenden wird dargestellt und begründet, welche Variablen im einzelnen, ohne einen für die Untersuchungsintentionen relevanten Informationsverlust, von der weiteren Auswertung ausgeschlossen werden können.

Variable 50, 'Symbole merken (4)', mit der Arbeitskennzeichnung M, 2, S, erwies sich bei der Applikation auf die oben (S.86) charakterisierte Stichprobe von Versuchspersonen als zu schwierig. Dieses Item verlangt vom Probanden die kurzfristige Speicherung 4-stelliger Symbolaggregate (vgl. S.189). Im Mittel wurden $M = 0.227$ Symbolaggregate bei einer Streuung von $s = 0.334$ korrekt reproduziert. In der vorliegenden Form differenziert Variable 50 demnach nicht genügend innerhalb der zugrunde gelegten Stichprobe und ist somit als Leistungsindex nicht brauchbar.

Variable 60 repräsentiert die Geschlechtsverteilung innerhalb der Versuchspersonengruppe. Die Relation Schüler - Schülerinnen ist mit 16 zu 114 extrem asymmetrisch. Aus diesem Grunde

Aus verschiedenen, auf S. 231 ausgeführten Gründen, war unter den realisierten Versuchsbedingungen der hypostasierte Einfluß bei Variable 14 nicht zu beobachten.

Für die Bestimmung der Datenstruktur würde ein Ausscheiden dieser Aufgabe ohne Bedeutung bleiben.

Infolgedessen wird auch Variable 14 durch den Reduktionsprozeß des Variablenrepertoires erfaßt werden.

Die 4 Variablen 11, 12, 15, 16 mit den Arbeitskennzeichnungen I,8, I,9, I,11, I,12 sind Abwandlungen der Variablen 9 'Ziffern reproduzieren' und 10 'Buchstaben reproduzieren' mit den Arbeitskennzeichnungen I,6 und I,7. Sie sind für die Analyse möglicher Wirkungen der Stimulusanordnung auf das Leistungsverhalten von Probanden vorgesehen. (vgl. S.215). Aufgrund der resultierenden Daten sind noch keine entscheidenden Aussagen zu dieser Problemstellung zu machen. Insofern und auch unter Berücksichtigung der vorläufigen Faktorenstruktur bringt ihre Eliminierung aus dem Variablenrepertoire keinen unerwünschten Informationsverlust mit sich. Der Unterschied zwischen den Parallelitems 20 und 21 sowie 22 und 23 besteht im Umfang des Buchstabenrepertoires als Elementenrepertoire. Die Analyse möglicher Auswirkungen auf provoziertes Leistungsverhalten ist der Grund für die Erweiterung des ursprünglichen Itemrepertoires um die Variablen 21 und 23. (vgl. S.227). Entsprechende Effekte treten jedoch unter den gegebenen Versuchsbedingungen nicht in Erscheinung.

Da für Vergleiche im Rahmen der Gesamtauswertung Aufgaben mit einem Elementenrepertoire des Umfanges $U = 10$ geeigneter sind und dieses Vorgehen auch im Hinblick auf die Informationsstruktur des Datenmaterials vertretbar ist, erscheint auch eine Berücksichtigung Variable 21 und Variable 23 im weiteren Auswertungsprozeß verzichtbar.

Die beiden Variablen 31 'Buchstaben durchstreichen' und 34 'Gleiche Silben' mit den Arbeitskennzeichnungen III,2 und III,5 benutzen das Alphabet als Repertoire der Stimuluselemente. Ihre Einbeziehung in die ursprüngliche Aufgabensammlung, sollte eine Klärung in bezug auf Wirkung unterschiedlichen Elementenrepertoiresumfangs und unterschiedlicher Stimulusdimensionalität mitemöglichen. (vgl. S.227).

Erstere angenommene Wirkung manifestierte sich an den beiden Variablen unter den festgelegten Versuchskonditionen nicht, letztere schon. Da die verwendete Itematterie über V 31 und V 34 hinaus noch eine größere, völlig ausreichende Anzahl von vergleichbar konstruierten und konzipierten Aufgaben enthält, was auch in der vorläufigen Faktorenstruktur zum Ausdruck kommt, können auch V 31 und V 34 ausgeschieden werden.

Die Variablen 36, 37, 38, 39 sind Abwandlungen des 'Ziffern-Symbol-Tests', V.7 und V 8. Variable 37, 38 und 39 weisen das ursprüngliche Charakteristikum des "Zahlen-Symbol-Tests", nämlich als Elementenmaterial Symbole, nicht mehr auf. Da alle 3 Variablen den gleichen Faktor innerhalb der Leistungsstruktur erfassen, sollten 2 von ihnen eliminiert werden. Die Wahl fiel einmal auf Variable 39, den 'Buchstaben-Ziffern-Test', da er mit 0,581 die geringste Kommunalität besitzt. Zum anderen wird Variable 38 'Ziffern-Ziffern-Test' ausgeschieden, weil ihr ein weiteres Kennzeichen des "Zahlen-Symbol-Tests" fehlt, Verschiedenheit in bezug auf Stimulus- und Reaktionselemente.

Es werden also insgesamt 14 von ursprünglich 60 Variablen in der weiteren statistischen Auswertung keine Berücksichtigung mehr finden. Dieses Vorgehen ist vertretbar, da die Eliminierung dieser Variablen aufgrund der oben dargelegten Tatsache keinen wesentlichen Informationsverlust für die zu analysierende Datenstruktur mit sich bringt.

Somit kann die Relation Variablenzahl/Individuenzahl mit 46/130 dem von Horst (1965) empfohlenen Verhältnis 1/3 hinreichend angenähert werden.

Außerdem wird erreicht, daß der unten als 'Konzentrationskraft und Tempomotivation' bezeichnete Faktor im Verhältnis zu den anderen Faktoren nicht mehr so stark wie in der vorläufigen Datenstruktur (vgl. Anhang S.443) überrepräsentiert ist.

Die Leistungsmessung in bezug auf Intelligenz und Informationsverarbeitung erfolgt mittels Einzelaufgaben.

Anwendung von Tests hätte zwar reliablere Leistungsmessungen ermöglicht, mußte aber aufgrund der bereits relativ großen Anzahl von Einzelaufgaben unterbleiben.

Andererseits kann davon ausgegangen werden, "daß Leistungsfeststellungen bei Einzelaufgaben faktoriell homogenere Ausgangsdaten garantieren". (Jäger, 1967, S. 47).

Hauptkomponentenanalyse von 46 Variablen - .

Auszug der Tabelle der Faktorenladungen

In der Hauptkomponentenanalyse von 46 Variablen treten deutlich 5 Leistungsfaktoren und 1 Versuchspersonen-Faktor hervor.

Die fünf Leistungsfaktoren werden entsprechend der Höhe ihrer Anteilwerte an der Gesamtvarianz, beginnend mit dem höchsten Anteilwert, mit arabischen Ziffern durchnummeriert.

(siehe Tabellen S. 251 - 256).

Diese Reihenfolge bleibt für die 5-, 6- und 7-Faktorenlösung gleich.

In den nachstehenden Tabellen sind für jeden Faktor die kennzeichnenden Ladungen λ_{30} wiedergegeben; und zwar jeweils für die 5-, 6- und 7-Faktorenlösung.

Als Index $\bar{x}_a$ ist das Mittel der absoluten Ladungen aller 3 Rotationslösungen pro Variable aufgeführt. Am numerischen Betrag von $\bar{x}_a$ orientiert sich auch die Reihenfolge der Variablen innerhalb der Tabellen.

Das auf 46 Variablen reduzierte Repertoire wird durchnummeriert, die den Variablen zugeordneten Zahlen unter der mit 'Item' bezeichneten ersten Spalte der Tabellen aufgeführt.

Die ursprünglichen 'Arbeitskennzeichnungen' sind in der zweiten Rubrik wiedergegeben.

Faktor 1:

Faktor 1 ist durch folgende Ladungen gekennzeichnet:

Item	Arbeitskenn- zeichnung	$\bar{x}_a$	5-F-L.	6-F-L.	7-F-L.
5	I, 4 _{Zw}	76	72	77	79
22	III, 1	76	72	78	77
24	III, 4	74	65	78	80
8	I, 6	73	71	74	74
9	I, 7	71	68	71	73
27	III, 8	67	61	69	71
25	III, 6	64	50	69	73
10	I, 10 _{Zw}	63	63	70	72
(45)	'Schule'	(61)	(82)	(52)	(50)
(44)	'Alter'	(60)	(80)	(50)	(49)
(46)	'Bildung'	(57)	(74)	(49)	(47)
6	I, 5 _{Zw}	55	48	58	59
13	II, 1 _{Bbeschr.}	51	47	52	55
7	I, 5 _G	45	40	48	47
34	M, 2 _B	40	41	40	39
15	II, 3 _{Bbeschr.}	37		38	44
1	I, 1 _{Zw}	36	39	34	36
21	II, 3 _Z	33	31	32	36
26	III, 7	31		39	39
4	I, 3	31		35	36
30	IV, 3	30	-37	-32	
12	I, 13 _G	30		31	32
23	III, 3			30	36
19	II, 1 _Z				34
14	II, 2 _{Bbeschr.}				30
18	II, 3 _S		30		

Er ist der insgesamt am breitesten fundierte Faktor dieser Analyse. Außer den oben stehenden Leistungsformen charakterisieren ihn in allen 3 Rotationslösungen die 3 Versuchspersonen-Variablen. Bei der 5-Faktoren-Lösung trat keine separate Versuchspersonen-Dimension hervor; hier weisen die Variablen Item 44 'Alter', Item 45 'Schule' und Item 46 'Bildung' die höchsten Ladungen auf Faktor 1 auf. Die Versuchspersonen-Dimension wird an anderer Stelle ausführlich beschrieben und diskutiert werden. Faktor 1 zeigt sich über alle 3 Faktorenlösungen hin konsistent.

Faktor 2:

Faktor 2 wird durch folgende Variablen charakterisiert:

Item	Arbeitskenn- zeichnung	$\bar{x}_a$	5-F-L.	6-F-L.	7-F-L.
20	II, 2 _Z	84	84	84	-84
21	II, 3 _Z	74	74	75	-73
14	II, 2 _B beschr.	74	74	74	-73
19	II, 1 _Z	74	75	74	-72
16	II, 1 _S	69	68	70	-69
17	II, 2 _S	63	64	61	-65
15	II, 3 _B beschr.	63	68	62	-59
13	II, 1 _B beschr.	57	61	56	-54
26	III, 7	48	54	45	-45
9	I, 7	45	51	43	-40
8	I, 6	41	48	38	-37
27	III, 8	40	45	36	-38
18	II, 3 _S	39	40	42	-45
25	III, 6	34	44	31	
42	M, 3 _Z	33	32	34	-34
7	I, 5 _G	32	38		-30
23	III, 3		38		
24	III, 4		36		
6	I, 5 _{Zw}		34		
22	III, 1		34		
5	I, 4 _{Zw}		30		
40	M, 1 _Z		30		

Auch dieser Faktor ist breit fundiert und tritt konsistent in allen 3 Faktorenlösungen auf. Es beschreiben ihn 16 Variablen, deren durchschnittliche, absolute Ladungen mindesten /30/ betragen.

Faktor 3:

Folgende Leistungsformen konstituieren Faktor 3:

Item	Arbeitskenn- zeichnung	$\bar{x}_a$	5-F-L.	6-F-L.	7-F-L.
3	I, 2	79	78	79	79
12	I, 13 _G	78	78	78	78
2	I, 1 _G	77	76	77	77
11	I, 13 _{Zw}	70	71	70	70
1	I, 1 _{Zw}	65	66	64	65
4	I, 3	63	62	63	63
18	II, 3 _S	52	54	52	51
7	I, 5 _G	49	49	50	49
6	I, 5 _{Zw}	44	43	44	44
26	III, 7	38	37	39	38
38	M, 3 _S	35	39	33	34
10	I, 10 _{Zw}	34	35	34	34
5	I, 4 _{Zw}	32	32	32	32
17	II, 2 _S	32	30	33	32
31	IV, 4		33		
16	II, 1 _S		30		

Faktor 3 besitzt ebenfalls eine breite Basis von 14 Aufgaben mit durchschnittlichen Ladungen von /30/. Er ist in allen 3 Faktorenlösungen gleich gut repräsentiert.

Faktor 4:

Faktor 4 hat folgende kennzeichnende Ladungen:

Item	Arbeitskenn- zeichnung	$\bar{x}_a$	5-F-L.	6-F-L.	7-F-L.
33	M, 1 _B	71	70	71	71
36	M, 4 _B	67	67	68	67
40	M, 1 _Z	66	65	68	66
41	M, 2 _Z	65	64	65	66
35	M, 3 _B	58	57	56	60
34	M, 2 _B	55	53	55	57
42	M, 3 _Z	54	55	54	54
43	M, 4 _Z	48	46	53	46
39	M, 4 _S	45	46	47	41
38	M, 3 _S	44	47	42	42
37	M, 1 _S	37	34	38	38

Er ist in dem auf 43 Items basierenden Datenmaterial etwas weniger breit fundiert. Bei allen 3 Faktorenlösungen ist er durch die gleichen 11 Aufgaben vertreten. Die Ladungen differieren bei den 3 Analysen nur minimal.

Faktor 5:

Folgende Leistungen charakterisieren Faktor 5:

Item	Arbeitskenn- zeichnung	$\bar{x}_a$	5-F-L.	6-F-L.	7-F-L.	(7-F-L.) Faktor 6
32	IV, $\frac{1,2,3,4}{4}$	78	59	95	81	(50)
31	IV, 4	63	46	71	71	
28	IV, 1	59	55	48	75	(-33)
23	III, 3	31	63			
30	IV, 3			44		(51)
26	III, 7		39			
37	M, 1 _S		39		30	
25	III, 6		38			
43	M, 4 _Z		37			
24	III, 4		36			
29	IV, 2			32		(68)
(46)	'Bildung'		(-31)			
(44)	'Alter'		(-38)			
(45)	'Schule'		(-38)			
38	M, 3 _S					(35)

Dieser Faktor manifestiert sich mit einem 'Kern' von 3 Variablen, den Items 32, 31 und 28, in allen 3 Rotationslösungen, während in seinem 'Hof' ein relativ starker Wechsel von Variablen auftritt.

Obwohl unter den 5 Leistungsfaktoren mit der schmalsten Aufgabenbasis, kann Faktor 5 als ausreichend fundiert gelten. Bei der 7-Faktoren Lösung scheint Faktor 5 in zwei Komponenten aufgespalten. Für die Berechnung der durchschnittlichen, 'absoluten' Ladungen wurde nur Faktor 5 der 7-Faktoren-Lösung mitherangezogen, da dieser durch die gleichen 'Kern'-Variablen gekennzeichnet ist wie bei der 5- und der 6-Faktoren-Lösung.

Die für Faktor 6 der 7-Faktoren-Lösung charakteristischen Ladungen wurde zum Vergleich mit in die letzte Spalte der Tabelle aufgenommen. Innerhalb der 5-Faktoren-Lösung weisen die 3 Versuchspersonen-Variablen durchaus noch bedeutsame, negative Ladungen auf Faktor 5 auf. Die Versuchspersonen-Dimension wird im folgenden Abschnitt ausführlich angesprochen.

Versuchspersonen-Faktor:

Der 'Versuchspersonen-Faktor' wird durch folgende stichproben-spezifische Indizes und Leistungsvariablen ausgewiesen:

Item	Arbeitskenn- zeichnung	$\bar{x}_a$	6-F-L.	7-F-L.	5-F-L. Faktor 1
45	'Schule	74	74	74	82
44	'Alter'	73	74	73	80
46	'Bildung'	64	63	65	74
38	M, 3 _S	40	46	33	
29	IV, 2	39	51		39
18	II, 3 _S	36	32	39	30
37	M, 1 _S	-30	-33		
43	M, 4 _Z	-49	-44	-53	
23	III, 3	-64	-60	-67	
30	IV, 3			-39	-37
5	I, 4 _{Zw}				72
22	III, 1				72
8	I, 6				71
9	I, 7				68
24	III, 4				65
10	I, 10 _{Zw}				63
27	III, 8				61
25	III, 6				50
6	I, 5 _{Zw}				48
13	II, 1 _{B beschr.}				47
34	M, 2 _B				41
7	I, 5 _G				40
1	I, 1 _{Zw}				39
21	II, 3 _Z				31

Dieser Faktor wird 'Versuchspersonen-Faktor' (Vpn-Faktor) benannt, da seine 3 Kernvariablen mit den höchsten Ladungen 'stichproben-spezifische Indizes' sind. Er tritt konsistent in der 6-F-L. und der 7-F-L. zutage. Bei der 5-F-L. bilden die 3 Kernvariablen zusammen mit den für Faktor 1 charakteristischen Leistungsvariablen einen gemeinsamen Faktor, Die kennzeichnenden Ladungen dieses kombinierten Faktors 1 der 5-F-L. werden als Interpretationshilfe in der letzten Spalte obiger Tabelle wiedergegeben.

Auch bei der 6-F-L. und der 7-F-L. weisen die 3 Kernvariablen, trotz einer eigenständigen Versuchspersonen-Dimension, zusätzlich bedeutsame Ladungen auf den Leistungsfaktor 1 auf. Bei der 5-F-L. treten die 3 Kernvariablen zusätzlich bei Leistungsfaktor 5 auf. Beiden Tatsachen wird in der Interpretation der Analysenresultate Rechnung zu tragen sein. Die durchschnittlichen 'absoluten' Ladungen basieren hier nur auf der 6-F-L. und der 7-F-L.

Repräsentation der konventionellen Intelligenzleistungsstruktur und der Informationsverarbeitungsleistungsstruktur an einer kongruenten Itembatterie

Ad Hypothese III

=====

Repräsentation der konventionellen Intelligenzleistungsstruktur

Ad Teilhypothese III a

Partialhypothese III a lautet: Die zur Prüfung der Hypothesen I und II erstellte Itembatterie provoziert ein repräsentatives Spektrum von Intelligenzleistungen. Die Analyse des Datenmaterials in bezug auf die Annahme erfordert ein geeignetes Repräsentationskriterium. Als solches können, wie auf S. 91 begründet und dargestellt, die von Jäger (1967) herausgearbeiteten "Hauptdimensionen intelligenten Verhaltens" gelten.

Die Testscores reflektieren die Einzelleistungen der Versuchspersonen. Sektoren qualitativ weitgehend gleichartiger Leistungen treten als Intelligenzdimensionen in der Faktoren-Struktur hervor. Der Tatsache, daß der 'Ertrag' einer Faktorenanalyse definierter Methodik durch das zugrundeliegende Datenmaterial bestimmt ist, also von Versuchspersonen, Testmaterial und Versuchsbedingungen abhängt, wurde bei der Versuchsplanung Rechnung getragen (vgl. Kalveram, 1965).

Bei der Konstitution der Itembatterie konnte Repräsentativität für Intelligenzleistungen im Sinne von Jägers Hauptdimensionen nur eines der Selektionskriterien sein. Der anderen, als gleichberechtigt festgelegten Selektionskriterien wegen, war es nicht möglich, alle benötigten Aufgaben unverändert aus dem Jäger'schen Itempool entsprechend ihrer Position in der Faktorenstruktur zu über-

nehmen. Aus diesem Grunde kann realistischerweise im Hinblick auf Partialhypothese III a nur eine strukturelle Übereinstimmung, aber keine Kongruenz zwischen dem hier provozierten intellektuellen Leistungsspektrum der oben beschriebenen Versuchspersonen-Stichprobe und den "Hauptdimensionen intelligenten Verhaltens" bei Jäger (1967) erwartet werden. Eine strukturelle Übereinstimmung erlaubt jedoch bereits die intendierte Hypothese bis auf weiteres aufrecht zu erhalten.

Faktor 1: Konzentrationskraft und Tempo-Motivation, insbesondere bei einfach strukturierten Aufgaben

10 Kennvariablen mit Ladungen $\approx .50$ / charakterisieren Faktor 1:

Item	Aufgabentyp
5	'Symbole durchstreichen'
22	'Gleiche Zahlen'
24	'Buchstaben durchstreichen'
8	'Ziffern reproduzieren'
9	'Buchstaben reproduzieren'
27	'Ziffern-Buchstaben-Test'
25	'Gleiche Silben'
10	'Symbolaggregate durchstreichen'
6	'Symbol-Ziffern-Test'
13	'Buchstaben produzieren'

9 der 10 Aufgaben sind 'klassische' Konzentrationstest-Items.

Überraschend sind die niedrigen Ladungen von Variable 23 'Gleiche Ziffern'. Dieser Befund ist nur global durch die Tatsache zu erklären, daß Variable 23 in der Applikationsfolge der gesamten Itembatterie an erster Position plazierte war. Die Versuchspersonen waren zu diesem Zeitpunkt vermutlich noch nicht genügend mit der Art der Aufgabenstellungen vertraut.

Gleichfalls fällt Variable 26 'Ziffern-Symbol-Test' mit relativ niedrigen Ladungen aus dem Gesamtbild heraus. Sie ist unter funktionalem Aspekt identisch mit den Aufgaben 'Ziffern-Buchstaben-Test' und 'Symbol-Ziffern-Test', unterscheidet sich von beiden aber in bezug auf die Art des Materials: Beim 'Ziffern-Symbol-Test' haben die Versuchspersonen Symbole statt Buchstaben oder Ziffern schriftlich zu reproduzieren.

Für die unterschiedliche Wirkung dieser 3 im formalen Aufbau gleichen Items kann die wesentlich geringere Überlerntheit der Symbole in visueller und besonders in motorischer Hinsicht verantwortlich gemacht werden.

Der Itemtyp 'Buchstaben produzieren' stellt eine sogenannte Mischvariable dar. Er lädt nämlich mit einem Durchschnittswert von .57 auch auf Faktor 2.

Auch die Kennvariablen Item 8, 9, 27 und 25 zeigen bedeutsame Ladungen auf Faktor 2.

Die beiden Variablen 10 und 6 bestimmen neben Faktor 1 auch Faktor 3.

Bezieht man neben den 10 Kennvariablen die 15 restlichen Leistungsformen, welche zwar geringere aber durchaus relevante Ladungen auf Faktor 1 ausweisen, mit in die Betrachtung ein, so ergibt sich folgendes Bild:

Faktor 1 umfaßt einen Leistungsbereich, der sich durch Aufgaben mit hinreichend hohen Ladungen gut festlegen läßt. Er steht jedoch gleichzeitig deutlich in Beziehung zu allen anderen Faktoren, insbesondere zu Faktor 2 und Faktor 3.

Die breite Fundierung dieses Intelligenzsektors kann plausibel erklärt werden. Alle Items der gesamten Testbatterie weisen Gemeinsamkeiten in ihrer Konstruktion auf, wie 'paper-pencil-test', 'zeitliche Bearbeitungsgrenzen', 'Applikation als Gruppentest' usw. (vgl. S. 72). Faktor 1 scheint im besonderen Maß diese gemeinsamen Aspekte zu implizieren, welche auch in den für andere Faktoren charakteristischen Aufgaben mitrepräsentiert sind.

Bei den Leistungsformen, welche Faktor 1 konstituieren, dürfte es sich primär um "kognitive Komponenten auf einer 'niederen' an die Wahrnehmung grenzenden und diese anschließenden Stufe" handeln (Jäger, S. 123). Es sind Funktionen wie "Erfassung von einfachen graphischen Konstruktionen (Buchstaben, Symbole, Ziffern) und deren motorische Reproduktion oder Entscheidung über deren Gleichheit bzw. Ungleichheit mit entsprechender Markierung" angesprochen.

In den Testdaten manifestieren sich zudem besonders Arbeitstempo und Arbeitsmotivation der Versuchspersonen. Beide Aspekte kommen auch in den Items, die Faktor 2 und Faktor 3 definieren, wesentlich zum Tragen. Die Leistungsanforderungen in den 3 als Faktoren herausgearbeiteten Intelligenzbereichen weisen auch bedeutsame qualitative Unterschiede auf. Für Faktor 1 und Faktor 3 sind Items charakteristisch, bei denen die 'richtige' Reaktion festgelegt ist.

Intelligenzbereich 3 erfordert die Erfassung und Durchgliederung komplexerer graphischer bzw. flächiger Gestalten als Intelligenzbereich 1. Intelligenzbereich 2 verlangt einerseits Erfassung und Wiedergabe von einfachen graphischen Konstruktionen, andererseits 'freie', flüssige Produktion innerhalb vorgegebener Regeln, d.h. die 'richtigen' Reaktionen sind nicht jede einzeln festgelegt.

Auf Grund der Auswertung der Aufgaben mit den höchsten Ladungen auf Faktor 1 kann dieser eindeutig als Jägers Dimension "Konzentrationskraft und Tempo-Motivation, insbesondere bei einfach strukturierten Aufgaben" identifiziert werden.

Faktor 1 umfaßt jedoch sicher nicht die gesamte Dimension "Konzentrationskraft und Tempo-Motivation" Jägers. Vielmehr dürfte es sich um den Bereich handeln, den dieser bei der Analyse der Binnenstruktur als "'Kern' reiner Konzentrationsleistungen" herausarbeiten konnte. Angesprochen sind hier Aufgaben, für deren Bearbeitungserfolg weniger Denkleistungen als reine Konzentrationskraft und Tempo-Motivation mit Streßresistenz und Störungsunempfindlichkeit bei automatischem Vorgehen ausschlaggebend sind. .

Auch die Beteiligung einer "Einfalls-" und einer "Merkfähigkeitskomponente" (S. 162) stimmen mit den Jäger'schen Befunden überein.

Faktor 2: Einfallsreichtum und Produktivität, insbesondere bei
einfach strukturierten Aufgaben

Faktor 2 ist durch die durchschnittlichen Ladungen von 8 Kennvariablen = /.50/ festgelegt:

Item	Aufgabentyp
20	'Zahlen produzieren'
21	'Zahlen erfinden'
14	'Silben produzieren'
19	'Ziffern produzieren'
16	'Symbole produzieren'
17	'Symbolaggregate produzieren'
15	'Silben erfinden'
13	'Buchstaben produzieren'

Gemeinsames Charakteristikum dieses Items ist, daß ihre Bearbeitung 'freie', flüssige Produktion unter Wahrung gegebener Regeln fordert. Wir haben es daher wohl eindeutig mit einem funktionalen Faktor, der nicht durch bestimmte Materialeigenschaften ausgewiesen ist, zu tun.

Es zeigen sich klare Beziehungen zu Meili's "Fluency"-Faktor und zu Guilford's funktionaler Dimension "Divergent Production".

Fünf von 8 Kennvariablen und 11 der restlichen 13 kennzeichnenden Aufgaben besitzen Bindungen zu Faktor 1 mit Ladungen = /.30/. Diese Tatsache dürfte in der Mitwirkung von Konzentrationskraft und Tempo-Motivation bei den für Faktor 2 charakteristischen Leistungsformen eher ihre Begründung haben denn umgekehrt.

Bemerkenswert erscheint auch die Repräsentation eines Merkfähigkeitsitems mit einer durchschnittlichen Ladung von .33.

Es bestehen keine Zweifel daran, daß Faktor 2 dieser Untersuchung der Dimension "Einfallsreichtum und Produktivität" bei Jäger entspricht. Er beschreibt diese als "Einfallsreichtum, geistige Lebendigkeit und in diesem Sinne Produktivität bei gleichzeitiger Wahrung der Orientierung an eine bestimmte Aufgabe und wahrscheinlich ohne spezielle Bindung an eine bestimmte Art von Material." (Jäger 1967, S. 120)

Er erwies sich bei ihm "in einem umfassenden Material als konsistenter Gruppenfaktor hohen Allgemeinheitsgrades", was als Bestätigung für seine wichtige Position in einem umfassenden Intelligenzmodell gelten muß.

Bei der Untersuchung der Binnenstruktur dieses Leistungsreiches (auch Jäger) u.a. "eine vermutlich bereichsfremde Komponente Konzentrationskraft und Tempo-Motivation". (S. 159) Dieses Ergebnis stimmt mit der Beobachtung einer Beziehung zwischen Faktor 1 und Faktor 2 der vorliegenden Untersuchung überein. Diese Beziehung dürfte hier wegen der bereits erwähnten, relativ großen, konstruktiven Gemeinsamkeiten aller Items der Gesamtbatterie stärker ausgeprägt sein als es bei größerer Vielfalt der Materialgrundlage der Fall wäre.

Eine wesentliche Rolle spielt wohl dabei, daß auch Faktor 2 aufgrund des realisierten Itemrepertoires nur durch 'einfach strukturierte Aufgaben' repräsentiert ist. Deshalb muß Faktor 2 präziser "Einfallsreichtum und Produktivität, insbesondere bei einfach strukturierten Aufgaben" heißen.

Auf diesem Hintergrund überrascht es nicht, daß sich die von Jäger festgestellte Aufspaltung in Materialkomponenten in der vorliegenden Analyse nicht andeutet.

Trotz eines Überschneidungsbereiches, repräsentiert durch eine Anzahl von Mischvariablen, sind der als "Konzentrationskraft und Tempo-Motivation, insbes. bei einfach strukturierten Aufgaben"

identifizierte Faktor 1 und der als "Einfallsreichtum und Produktivität, insbesondere bei einfach strukturierten Aufgaben" identifizierte Faktor 2 als eigenständige Intelligenzleistungsbereiche interpretierbar.

Es kann davon ausgegangen werden, daß Faktor 2 funktional der Intelligenzdimension "Einfallsreichtum und Produktivität" aus der Jäger'schen Untersuchung entspricht, speziell deren Faktor einfacherer Leistungsformen abdeckt.

Faktor 3: Anschauungsgebundenes Denken

Faktor 3 belegen 7 Kennvariablen mit durchschnittlichen Ladungen = /.50/:

Item	Aufgabentyp
3	'Symbole reproduzieren'
12	'Modifizierter Mosaiktest (4) / 4-Felder-Muster, ohne Elementenzwischenraum'
2	'Modifizierter Mosaiktest (16) / 16-Felder-Muster, ohne Elementenzwischenraum'
11	'Modifizierter Mosaiktest (4) / 4-Felder-Muster, mit Elementenzwischenraum'
1	'Modifizierter Mosaiktest (16) / 16-Felder-Muster, mit Elementenzwischenraum'
4	'Symbole durchstreichen'
18	'Symbolaggregate erfinden'

Bei allen 7 Items besteht das Stimulus- oder das Responserepertoire oder auch beide Repertoires aus Symbolen des hier verwandten Typs. Diese Feststellung gilt auch für die kennzeichnenden Variablen geringerer Ladungshöhe und findet hierdurch Bestätigung. Wir haben es hier demnach offensichtlich mit einem 'Materialfaktor' zu tun.

4 Leitvariablen und 5 der anderen kennzeichnenden Items sind auch im Leistungsbereich des Faktors "Konzentrationskraft und Tempomotivation" vertreten.

1 Leitvariable und 5 der anderen Aufgaben tragen Ladungen zu der Dimension "Einfallsreichtum und Produktivität bei einfach strukturierten Aufgaben" bei.

Diese beiden Befunde können als Hinweis darauf gewertet werden, daß der 'Material-Faktor' 3 auch funktionale Komponenten besitzt.

Die Items V 16 'Symbole produzieren', V 37 'Symbole merken (2)' und V 39 'Symbolzuordnungsmerken' hätte man in anbetracht der Tatsache, daß auch sie 'Symbole' als Stimulus- bzw. Responerepertoire umfassen, ebenfalls in dem Aufgabenkreis, der Faktor 3 konstituiert, erwarten können. Bei ihnen muß jedoch davon ausgegangen werden, daß die Art ihrer Leistungsanforderungen wesentlich stärker durch die Eigenart von Funktionen als des Materials bestimmt sind.

Faktor 3 ist unschwer als die Dimension "Anschauungsgebundenes Denken" in der Jäger'schen Analyse zu identifizieren. Ebenso augenfällig sind aber auch Unterschiede zwischen beiden Leistungsbereichen. So beinhaltet die Jäger'sche Dimension auch in erheblichem Umfang "bereichsfremdes Material", wie z.B. zahlengebundene Aufgabenstellungen. Dagegen gewinnt in der vorliegenden Analyse die Materialkomponente wesentlich größeres Gewicht. Jägers "Anschauungsgebundenes Denken" spricht Fähigkeiten mit an, welche dieser Autor global als "Komponente der Verarbeitungskapazität" apostrophiert. Da in sein Testrepertoire auch mehr komplexe Leistungsanforderungen miteinbezogen wurden, muß der hier diskutierte Ausschnitt von Intelligenzfähigkeiten eher im Sinne eines Schwerpunktes von Wahrnehmungs- und Auffassungsgaben denn von Denkvermögen interpretiert werden.

"Anschauungsgebundenes Denken" verfügt als Faktor bei Jäger über die breiteste Basis in seiner Item-Stichprobe.

Diese Abweichungen in den Befunden beider Untersuchungen lassen sich mit großer Sicherheit auf die an anderer Stelle beschriebenen Unterschiede bezüglich des zugrunde liegenden Aufgabenmaterials zurückführen.

Die Deutung des Faktors 3 soll dahingehend zusammengefaßt werden:

Es handelt sich hier um eine Repräsentation der Intelligenzdimension "Anschauungsgebundenes Denken" aus der Arbeit von Jäger (1967). Sie ist noch wesentlich eindeutiger als in der Vergleichsanalyse durch den Materialaspekt, nämlich 'Symbole' als Stimulus- bzw. Responselemente gekennzeichnet. Die von

Jäger vermuteten funktionalen Komponenten "visuelle Auffassungsgabe", "allgemeine Auffassungsgabe" und der "Performance-Faktor", welcher die praktische Intelligenz repräsentiert, dürften hier gegenüber den "Denkvollzügen" im Vordergrund stehen.

Faktor 4: Kurzfristige Merkfähigkeit

Faktor 4 hat 7 Kennvariablen mit mittleren Ladungen = /.50/:

Item	Aufgabentyp
33	'Silben merken (2) / 2-stellige Buchstabenaggregate'
36	'Buchstabenzuordnung merken'
40	'Zahlen merken (2) / 2-stellige Zahlen'
41	'Zahlen merken (4) / 4-stellige Zahlen'
35	'Buchstabenfolge merken'
34	'Silben merken (4) / 4-stellige Buchstabenaggregate'
42	'Ziffernfolge merken'

Es handelt sich hierbei ausschließlich um Aufgaben zur Überprüfung der "kurzfristigen Merkfähigkeit". Auffälligerweise sind unter ihnen nur Buchstaben- und Ziffern-Items nicht aber Symbol-Items vertreten.

Zusammen mit den restlichen 4 diesen Leistungsbereich beschreibenden Variablen sind alle vorhandenen Merkaufgaben, also auch die 3 in der Auswertung verbliebenen Symbol-Items darunter, erfaßt.

Gedächtnisvariablen, also Items zur Erfassung längerfristiger Informationsspeicherung, sind im vorliegenden Aufgabenrepertoire aus ökonomischen Gründen nicht enthalten.

Jäger konnte in seinem Gesamtmaterial einen Merkfähigkeitsfaktor "nur als speziellere Funktionseinheit" herausarbeiten. Er interpretierte diese Tatsache als "Effekt der geringen Anzahl von einbezogenen Merkfähigkeitsvariablen" und ist überzeugt: "Bei entsprechender Ausweitung des Materials werden sich vermutlich auch Merkfähigkeits- und (wahrscheinlich getrennt davon) Gedächtnisfaktoren mit Generalitätsgraden ergeben, die denen unserer 6 Hauptfaktoren ähnlich sind." (1967, S. 177)

Merkfähigkeitskomponenten manifestieren sich bei Jäger vor allem in den Faktoren "Zahlengebundenes Denken" und "Sprachgebundenes Denken". Dieser Befund findet seine Parallele in der Beobachtung, daß hier in erster Linie Buchstaben- und Ziffern-Items die Dimension Merkfähigkeit tragen.

Die Symbol-Items unter den Merkfähigkeitsvariablen besitzen offenbar nicht nur vergleichsweise höhere Schwierigkeitsgrade, wie die wesentlich niedrigeren Mittelwerte der Testscores zeigen, sondern repräsentieren auch eine etwas abweichende Leistungsqualität.

Die Dimension "kurzfristige Merkfähigkeit" hebt sich deutlich von den anderen Faktoren der Analyse ab. Sie beinhaltet keine einzige 'bereichsfremde' Variable. Andererseits tragen Merkfähigkeitsvariablen nur vereinzelt und unwesentlich zu den anderen Konstrukten bei. Letzteres Phänomen ist wohl mit Sicherheit auf die spezifische Eigenart der applizierten Itemstichprobe zurückzuführen. Wir haben es hier mit einem 'reinen' Faktor zu tun.

Das Konstrukt Merkfähigkeit, wie es hier aufgewiesen wird, spricht den "unmittelbaren Gedächtnisumfang", der mittels der "Methode des Reproduzierens" überprüft wird, in dem von Toman (1968) explizierten Sinne an.

Gedächtnis, die Fähigkeit Informationen über eine längere Zeitspanne zu speichern, also zu "behalten", konnte aus den oben dargelegten Gründen nicht mit Gegenstand der Untersuchung sein.

Faktor 5: Verarbeitungskapazität, formallogisches Denken und Urteilsfähigkeit

Faktor 5 markieren 3 Variablen mit durchschnittlichen Ladungen = /.50/:

Item	Aufgabentyp
32	'Gesamtwert-Formallogisches Denken'
31	'2 Dimensionen identifizieren/Symbole'
28	'1 Dimension identifizieren/Ziffern'

Dieser Kern von Variablen bleibt über alle Faktorenlösungen hinweg konsistent.

In der 7-Komponenten-Lösung tritt eine im folgenden als Faktor 6 bezeichnete Dimension hinzu. Sie ist durch nachstehende Variablen gekennzeichnet:

Item	Aufgabentyp
29	'2 Dimensionen identifizieren/Ziffern'
30	'1 Dimension identifizieren/Symbole'
32	'Gesamtwert-Formallogisches Denken'

Dieser Faktor spaltet sich jedoch bei Rotationslösungen mit mehr als 7 Komponenten noch weiter auf, kann daher nicht als eigenständige Funktionseinheit interpretiert werden.

Die Tatsache, daß zu den Kernvariablen von Faktor 5 je eine Symbol-Aufgabe und eine Ziffern-Aufgabe zählen, steht in Einklang mit der Annahme einer materialunabhängigen Dimension. Ein Vergleich der Mittelwerte der Variablen .

Item: 28	29	30	31	/	32
M: 11.43	8.82	12.55	10.33	/	10.78

deutet jedoch an, daß die Symbol-Aufgaben Item 30 und 31 etwas schwieriger sind als die entsprechenden Ziffern-Aufgaben. Gleichzeitig scheinen diejenigen Aufgaben, bei denen 2 Stimulus-Dimensionen relevant sind, schwieriger zu sein als Aufgaben mit nur einer relevanten Stimulus-Dimension.

Bedenkt man, daß die Anzahl der richtigen Lösungen bei diesen Items, speziell den 3 Kernvariablen, nur wenig über der Zufallshäufigkeit liegt, so sind diese eindeutig als die schwierigsten - die Merkaufgaben nehmen eine Sonderstellung ein - des gesamten Itempools einzustufen.

Auch bei Jäger (1967) charakterisieren vorzugsweise "schwierigere Aufgaben" die Dimension "Verarbeitungskapazität, formallogisches Denken und Urteilsfähigkeit". Sie "lassen sich im allgemeinen nicht mit dem ersten Einfall auf Anhieb lösen". (S. 128)

Deutlicher als bei Jäger manifestiert sich Faktor 5 hier als eigenständige Funktionseinheit. Die für ihn charakteristischen Variablen tragen nur unwesentlich zu den anderen Hauptkomponenten bei. Umgekehrt umfaßt Faktor 5 kaumbereichsfremde Aufgabentypen. Vor allem in der 5-Faktoren-Lösung deutet sich an, daß möglicherweise Komponenten von "Merkfähigkeit" und "Konzentrationskraft und Tempo-Motivation" mit hereinspielen. (vgl. Jäger, 1967, S.163) Die Annahme, daß Faktor 5 für die Einheit "Verarbeitungskapazität, formallogisches Denken und Urteilsfähigkeit" in der Jäger'schen Untersuchung stehen kann, scheint durchaus berechtigt. Sie begründet sich in erster Linie durch die für die Kernvariablen typischen qualitativen Merkmale. (vgl. S.104)

Die hier angesprochene Intelligenzdimension ist im Rahmen dieser Untersuchung nur bezüglich ihrer qualitativen Eigenart, nicht aber bezüglich ihres gesamten Umfanges repräsentiert. Der intendierte Leistungsbereich ist als weit größer und reicher gegliedert zu denken.

Von ihrer theoretischen Bedeutung her ist die Funktionseinheit in die Nähe von Thurstone's Reasoning-Faktoren-Komplex und Meili's Faktor "Komplexität" zu rücken.

Faktor 5 ist an Leistungen gebunden, die mit Toman's (1968) Definitionen der Begriffsbildung und der Abstraktion, zwei wesentlichen Komponenten des Denkprozesses, beschrieben werden können.

Es müssen "Gleichheiten und Verschiedenheiten im gegebenen Material" wahrgenommen und "Worte zur Bezeichnung", hier Buchstaben, dafür gelernt werden. Und es sind bestimmte Merkmale eines Wahrnehmungsobjektes, hier 1 bzw. 2 Stimulus-Dimensionen, "unter Vernachlässigung aller übrigen Merkmale" zu betrachten. (S. 151)

Sicher ist es möglich und sinnvoll, das Konstrukt "Verarbeitungskapazität, formallogisches Denken und Urteilsfähigkeit" auf eine breitere Basis von Leistungsformen, d.h. von kennzeichnenden Items zu stellen. Für die (grundsätzliche) Behandlung der anstehenden Fragestellungen der Untersuchung ist es aber durchaus hinreichend repräsentiert.

Faktor 6: Versuchspersonen-Faktor

Neben den 5 Leistungsfaktoren tritt eine stichprobenspezifische Hauptkomponente hervor.

Sie wird als Versuchspersonen-Faktor bezeichnet (vgl. S. 256) und ist durch 3 Kernvariablen charakterisiert:

V 45 "Schule", V 44 "Alter", V 46 "Bildung".

Das Alter der Versuchspersonen und die Schulart, die sie zum Zeitpunkt der Untersuchung besuchten, korrelieren mit $r = .91$ sehr hoch.

"Bildung" gibt den bisher erreichten schulischen Bildungsgrad einer Versuchsperson an. Zwischen "Alter" und "Schule" einerseits und "Bildung" andererseits besteht mit $r = .72$ und $r = .73$ ebenfalls ein enger Zusammenhang. Er deckt jedoch jeweils nur rund 50 % der Gesamtvarianz zweier Variablen ab.

Die Verknüpfung der Indizes "Alter", "Schule" und "Bildung", wie diese hier definiert wurden, liegt völlig im Rahmen der Erwartung. Der Versuchspersonen-Faktor manifestiert sich in der 6- und der 7-Faktoren-Lösung als eigenständige Dimension. Zugleich weisen die 3 Kernvariablen aber auch, besonders bei der 5-Faktoren-Lösung, relevante Ladungen auf 2 Leistungsfaktoren auf: "Konzentrationskraft und Tempomotivation" als allgemeinen Leistungsfaktor und etwas weniger ausgeprägt das Abstraktionsvermögen als "Verarbeitungskapazität, formallogisches Denken und Urteilsfähigkeit". Gerade dieses Ergebnis ist hier von Interesse. Daß schulisches Bildungsniveau und Intelligenzleistungen in Verbindung miteinander stehen, wurde in zahlreichen Untersuchungen nachgewiesen. Ein deutlicher positiver Zusammenhang zwischen Intelligenzleistungen und Lebensalter bei Kindern und Jugendlichen ist seit langem bekannt. (vgl. Binet, 1905) So können "Bildung" und "Alter" hier als 'grobe' Validitätskriterien für Intelligenzaufgaben fungieren.

Für die Vermutung, Beziehungen zwischen "Alter", "Schule" und "Bildung" auf der einen Seite und bestimmten Intelligenzleistungs-

formen auf der anderen Seite könnten auf eine Inkonstanz der Versuchsbedingungen für die verschiedenen Teilstichproben zurückzuführen sein, finden sich keine Hinweise.

Der Versuchspersonen-Faktor hat außer zu den 3 Leitvariablen auch Bindungen zu einem "Hof" von 6 weiteren Aufgaben mit durchschnittlicher Ladung $\geq .30$ /. Die Ladungen sind zur Hälfte positiv, zur Hälfte negativ. Die Aufgaben repräsentieren Beziehungen zu den Intelligenzdimensionen "kurzfristige Merkfähigkeit", "Verarbeitungskapazität, formallogisches Denken und Urteilsfähigkeit", "Einfallsreichtum und Produktivität", "Konzentrationskraft und Tempomotivation". Dieses vielgestaltige, teils positive, teils negative Beziehungsgeflecht läßt keine einheitliche Interpretation zu.

Bei der 5-Faktoren-Lösung tragen die 3 stichprobenspezifischen Variablen mit signifikanten Ladungen zu den Leistungsbereichen "Konzentrationskraft und Tempomotivation" sowie "Verarbeitungskapazität, formallogisches Denken und Urteilsfähigkeit" bei. Erstere Dimension zeigt einen starken positiven Zusammenhang, letztere Dimension einen geringeren, negativen Zusammenhang zu "Alter", "Schule" und "Bildung".

Die 6-Faktoren-Lösung und die 7-Faktoren-Lösung lassen "Alter", "Schule" und "Bildung" als eigenständige Hauptkomponente hervortreten. Immerhin weisen diese 3 Indizes auch dann noch Ladungen in einer Größenordnung von .47 bis .52 auf die Intelligenzdimension "Konzentrationskraft und Tempomotivation" aus. Dieses Ergebnis bestätigt Befunde, wonach während Kindheit und Jugend die Konzentrationskraft und Tempomotivation mit zunehmendem Alter steigen. Und es stützt die allgemeine Auffassung, daß Konzentrationskraft und Tempomotivation schulisches Fortkommen fördern und gleichzeitig wohl auch durch schulische Einflüsse gestärkt werden können.

Für die vorliegende Untersuchung mit Intelligenztestitems gilt also, daß "Alter", "Schule" und "Bildung" nur den allgemeinen Leistungsfaktor "Konzentrationskraft und Tempomotivation", weniger deutlich und in differenzierter Weise das Abstraktionsvermögen als "Verarbeitungskapazität, formallogisches Denken und Urteilsfähigkeit", nicht aber die 3 anderen Intelligenzdimensionen signifikant mitbestimmen. Die wesentliche Begründung hierfür ist

sicher in der Eigenart der applizierten Itemstichprobe zu sehen, z.B. im relativ niedrigen Schwierigkeitsniveau der Aufgaben, in der speed-test-Charakteristik und der weitgehenden Nichtberücksichtigung sprachlicher und mathematischer Aufgabenstellungen bei der überwiegenden Zahl von Items.

Eine nähere Klärung und Orientierung bezüglich dieser Aspekte muß anderen experimentellen und theoretischen Arbeiten vorbehalten bleiben.

Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse
Ad Teilhypothese III a

Im Hinblick auf Partialhypothese IIIa, die Annahme eines repräsentativen Spektrums intelligenter Leistungsformen, können die Untersuchungsergebnisse wie folgt interpretiert werden:

Per Inspectionem zeigt sich, daß die Einzelaufgaben wie auch die Itematterie insgesamt hinreichend zwischen den Versuchspersonen differenzieren.

Wie oben ausgeführt, konnte für die Zusammenstellung des Item-repertoires im Rahmen der Untersuchungsgegebenheiten die Vielfalt der Aufgabenstellungen in der Jäger'schen Arbeit nicht nachvollzogen werden. Umso interessanter und für die Untersuchung wertvoller ist es, daß trotz der 'Ähnlichkeit' der Überzahl der Testitems hier eine ausgeprägte Struktur eigenständiger Leistungsdimensionen ausgewiesen wurde.

Die Fundierung dieser Hauptkomponenten innerhalb der Itemstichprobe sowie die Konsistenz ihres Auftretens in den verschiedenen Rotations-Lösungen sind zufriedenstellend. Nur die als "Verarbeitungskapazität, formallogisches Denken und Urteilsfähigkeit" bezeichnete Gruppe von Leistungsformen erweist sich als weniger einheitlich und geschlossen. Hier könnte eine Analyse der Binnenstruktur, nach Vergrößerung der Anzahl typischer Aufgaben, weiterführen.

Ein Versuchspersonen-Faktor und die ihn kennzeichnenden Kernvariablen weisen auf die Alters- und Bildungsabhängigkeit der Entwicklung von "Konzentrationskraft und Tempomotivation" und "Verarbeitungskapazität, formallogisches Denken und Urteilsfähigkeit" hing. Daß die allgemeine intellektuelle Leistungsfähigkeit und speziell das Abstraktionsvermögen durch die Entwicklungsbedingungen und das Lebensalter einer Person wesentlich mitbestimmt werden, steht in Einklang mit dem allgemeinen Erfahrungswissen ebenso wie den zahlreichen Ergebnissen wissenschaftlicher Forschung. (vgl. z.B. Piaget, 1947)

Die Faktoren 1, 2, 3 und 5 lassen sich gut als die entsprechenden Intelligenzdimensionen der umfassenden Analyse von Jäger (1967) identifizieren:

"Konzentrationskraft und Tempo-Motivation, insbesondere bei einfach strukturierten Aufgaben" (Faktor 1)

"Einfallsreichtum und Produktivität" (Faktor 2)

"Anschauungsgebendes Denken" (Faktor 3)

"Verarbeitungskapazität, formallogisches Denken und Urteilsfähigkeit" (Faktor 5)

Die vierte Hauptkomponente der vorliegenden Arbeit läßt sich eindeutig als "Kurzfristige Merkfähigkeit" ausweisen. Gerade diese Dimension, die ja bei Jäger nicht mit dem gleichen, großen Allgemeinheitsgrad hervortritt wie die anderen Hauptfaktoren, ist eine wesentliche Komponente im Spektrum intelligenten Verhaltens.

Gedächtnis-Aufgaben, die das langfristige Behalten ansprechen, konnten in diesem Experiment aus ökonomischen Gründen nicht berücksichtigt werden. Ein entsprechender, vermutlich sogar eigenständiger Leistungsbereich relativ hohen Allgemeinheitsgrades konnte sich infolgedessen hier nicht manifestieren.

"Zahlgebundenes Denken" und "Sprachgebundenes Denken" traten nicht als selbständige Faktoren in Erscheinung. Dieser Befund dürfte vor allem zwei Ursachen haben. Die Herausarbeitung einer separaten Merkfähigkeitskomponente hat wohl eine Anzahl von sprach- bzw. zahlgebundenen Leistungen miteinbezogen, die in den Untersuchungen von Jäger zu entsprechenden eigenen Faktoren beigetragen haben.

Alle Aufgabentypen, ausgenommen die zur Repräsentation von "Verarbeitungskapazität, formallogisches Denken und Urteilsfähigkeit" vorgesehenen, sind einmal mittels eines Ziffernrepertoires und einmal mittels eines Buchstabenrepertoires dargestellt. Die durch den Unterschied im Elementenmaterial bedingte Varianz scheint wesentlich geringer zu sein als die durch funktionale Eigenschaften begründete Varianz.

Strukturelle Unterschiede von Aufgabenstellungen des hier realisierten relativ niedrigen Komplexitätsniveaus werden demnach offenbar wesentlich stärker verhaltensrelevant als materialgebundene.

Eine Paralle hierzu kann in der Tatsache gesehen werden, daß speziell verbale Aufgabenstellungen sich in den meisten empirischen Arbeiten in verschiedene Faktoren aufspalten ließen. (vgl. Vernon, 1961)

Für den Vergleich mit der Jäger'schen Untersuchung ist der größere durchschnittliche Komplexitäts- und damit Schwierigkeitsgrad seiner Items zu berücksichtigen.

Unsere Resultate sprechen für die Annahme, die sich auch Jäger offenhält, nämlich, daß seine beiden "Materialfaktoren" doch eher funktionaler Natur sind. Von daher stellt die Tatsache, daß sie hier nicht als abgegrenzte Leistungsbereiche in Erscheinung treten, keinen Nachteil in bezug auf die Vollständigkeit der hauptsächlichen Intelligenzdimensionen dar.

In der Zusammenschau der Ergebnisse kann festgestellt werden, daß die hier applizierten Leistungsformen die wesentlichen Grundzüge eines repräsentativen Spektrums intelligenten Verhaltens hinreichend abbilden. Somit kann Partialhypothese IIIa als bestätigt gelten.

Als Resultat von allgemeinem Interesse kann gelten, daß gezeigt werden konnte, wie sich die globale Intelligenzstruktur in ihren Hauptkomponenten auch mit relativ einfachen Aufgaben darstellen läßt.

Repräsentation der Grundstruktur von Informationsverarbeitungsleistungen

Ad Teilhypothese III b

Das Itemrepertoire für diese Studie wurde so zusammengestellt, daß auch die 3 Grundformen von Informationsverarbeitungsaufgaben repräsentiert sind. Trotz dieser Maßnahme kann nicht ohne weiteres davon ausgegangen werden, daß diese 3 Aufgabenkategorien auch verhaltensrelevant sind, d.h. tatsächlich entsprechende Leistungsformen provozieren.

Bei Applikation auf eine geeignete Gruppe von Versuchspersonen würde sich ihre Verhaltensrelevanz als entsprechende Leistungsstruktur, Einheiten von Informationsverarbeitungsleistungen, manifestieren.

Als Grundtypen der Informationsverarbeitung wurden in Anlehnung an Posner (1964) hervorgehoben:

Informations-Konservation
Informations-Reduktion
Informations-Kreation.

Mit Hilfe der Faktorenanalyse wurden die Hauptkomponenten sichtbar gemacht, die die experimentell provozierten Leistungsäußerungen der Probanden charakterisieren. Zunächst sollen die aufgewiesenen 5 Leistungsbereiche daraufhin untersucht werden, ob und inwieweit sie die Grundformen von Informationsverarbeitung repräsentieren.

Informations-Konservation ist eindeutig Charakteristikum der Kernvariablen des dritten Faktors. Es handelt sich dabei ausschließlich um Items, denen 'Symbole' als Elemente dienen.

Informationserhaltung fordert aber auch eine Reihe von Aufgaben, die zu Faktor 1 nicht unwesentlich beitragen. Den Gründen, weshalb sich Informations-Konservation offensichtlich in zwei verschiedenen, eigenständigen Leistungsbereichen manifestiert, ist noch nachzugehen.

Eine Sonderform von Informationserhaltung stellt Informations-Speicherung dar. Sie ist in der Aufgabengruppe, die die vierte Hauptkomponente bildet, vertreten.

Der am breitesten fundierte Faktor 1 ist vorrangig durch Leistungen der Informations-Reduktion markiert. Er wird aber, wie oben erwähnt, zusätzlich durch andere Formen von Informationsverarbeitung mitbestimmt. Ein anderer Typus von Informations-Reduktions-Aufgaben konstituiert den fünften Leistungsbereich. Die verhaltensrelevanten Unterschiede beider Typen von Informations-Reduktion werden noch näher zu analysieren sein.

Leistungen vom Typ Informations-Kreation weisen offensichtlich den zweiten Faktor des Datenmaterials aus. Umgekehrt tragen nur einzelne Informations-Kreations-Variablen zu anderen Hauptkomponenten bei.

Auch auf etwaige Beziehungen eines stichprobenspezifischen 'Versuchspersonen-Faktors' zu den Grundformen von Informationsverarbeitung wird näher einzugehen sein.

Diese erste Übersicht ergibt also folgendes Bild:

Informations-Konservation einschließlich Informationsspeicherung, Informations-Reduktion einschließlich Konzeptbildung und Informations-kreation sind in den Hauptkomponenten der vorliegenden Leistungsstruktur repräsentiert.

Folgende Fragen sollen nun eingehender behandelt werden:

Inwieweit sind Informationsverarbeitungsaufgaben gleichen Typs in verschiedener Weise verhaltensrelevant, d.h. inwieweit sind sie an verschiedene Leistungsdimensionen gebunden?

Lassen sich 'reine' und eigenständige Informationsverarbeitungs-faktoren isolieren (identifizieren)?

Welche Rolle spielen Mischformen der obengenannten Grundtypen von Informationsverarbeitung?

Genügen die Grundformen der Informationsverarbeitung, um die herausgearbeitete Leistungsstruktur insgesamt zu beschreiben und vielleicht sogar zu erklären?

Analog der Auswertung und Interpretation unter konventionell intelligenztheoretischem Aspekt soll sich auch jetzt das weitere Vorgehen an den Hauptdimensionen der faktorenanalytisch herausgearbeiteten Leistungsstruktur orientieren.

Faktor 1: Informations-Reduktion, bei einfachen Aufgaben

Die 10 Leitvariablen des am breitesten fundierten Faktors der Analyse lassen sich in 4 Kategorien aufgliedern:

	Item	Aufgabentyp
"Reduktions-Aufgaben":	5	'Symbole durchstreichen'
	22	'Gleiche Zahlen'
	24	'Buchstaben durchstreichen'
	25	'Gleiche Silben'
	10	'Symbolaggregate durchstreichen'
"Reproduktions-Aufgaben":	8	'Ziffern reproduzieren'
	9	'Buchstaben reproduzieren'
"Zuordnungs-Aufgaben":	27	'Ziffern-Buchstaben-Test'
	6	'Symbol-Ziffern-Test'
"Produktions-Aufgaben":	13	'Buchstaben produzieren'

Die "Reduktions-Aufgaben" bilden die größte Gruppe. Unter ihnen sind auch die 3 Variablen mit den höchsten Faktorenladungen: Item 5, Item 22, Item 24. Von daher kann "Informations-Reduktion" als Hauptkennzeichen des Leistungsbereiches 1 angesehen werden.

"Reproduktions-Aufgaben" und "Zuordnungs-Aufgaben" verlangen Informations-Konservation.

"Produktions-Aufgaben" heben mehr auf die Steigerung der ursprünglichen Information ab.

Die 4 Kategorien von Variablen repräsentieren also 3 verschiedene Formen von Informationsverarbeitung.

Gleichzeitig besitzen diese 10 Items, wie ihre gemeinsame Faktorenbindung ausweist, starke verhaltensrelevante Gemeinsamkeiten. Welche ihrer Eigenschaften für ihre Bindungen an einen gemeinsamen Leistungsbereich verantwortlich sind, soll im Folgenden analysiert werden.

Als Stimulus-Elemente, d.h. im Informationsangebot eines Items, treten Buchstaben, Symbole und Ziffern auf. Die Einzelelemente bzw. die Elementkombinationen präsentieren sich deutlich gegeneinander abgegrenzt.

Die Reaktionsrepertoires bilden ebenfalls deutlich gegeneinander abgegrenzte Einzelelemente bzw. Elementkombinationen, die gleichzeitig gut überlernt sind, auch als motorische Gestalten.

Der Umfang des Buchstaben- und des Ziffernrepertoires ist jeweils $U = 10$. Die Symbolrepertoires bieten hier nur $U = 2$ Reaktionsmöglichkeiten.

Isolierte Wiedergabe der Elemente, besonders der Symbole, im Stimulusrepertoire und auf 2 Alternativen beschränkter Umfang des Reaktionsrepertoires bei Symbolen scheinen das 'äußere', materialbedingte Unterscheidungskriterium der Aufgaben von Faktor 1 und von Faktor 3 zu sein.

Im Folgenden soll der Prozeß, welcher bei der Bearbeitung von Informations-Reduktions-Aufgaben abläuft, Gegenstand näherer Betrachtung werden.

Stellvertretend für alle Reduktionsaufgaben dieser Untersuchung mag das Item 'Buchstaben durchstreichen' stehen (vgl. S. 159).

Der Proband muß jeweils zuerst ein Stimuluselement, z.B. den Buchstaben "a" identifizieren. Diese Information geht in den Kurzspeicher (Frank, 1961) bzw. das Gegenwartsgedächtnis (v.Cube, 1960) ein. Mit Hilfe des "Mittelfristigen Speichers" (Trinker, 1970) muß hier nun eine Zuordnung des Stimuluselementes zu dem entsprechenden Responseelement, z.B. des Buchstabens "a" zu dem Zeichen "//", erfolgen. Das Responseelement bleibt im Gegenwartsgedächtnis und wird - möglichst rasch - als Informationsabgabe motorisch realisiert.

Die einzelnen Prozeßphasen lassen sich schematisch im Überblick darstellen:

- a e a d u Identifikation des Stimuluselementes "a"
- Eintritt bzw. Verbleib der Information "a" im Gegenwartsgedächtnis
- a e i o u b c d f g Zuordnung von "a" zu "//" (ggf. "d" zu "x")
// // // // // // x // mit Hilfe des im Mittelfristigen Gedächtnis gespeicherten Zuordnungsmodus
- Eintritt bzw. Verbleib der Information "//" im Gegenwartsgedächtnis
- Motorische Realisation von "//" als Responseelement
- // e a d u

Im Vergleich sei auch für die "Zuordnungs-Aufgaben" der Bearbeitungsprozeß in seine einzelnen Schritte aufgegliedert wiedergegeben.

Als Demonstrationsbeispiel mag der 'Ziffern-Buchstaben-Test' dienen (vgl. S. 171).

-

5	8	3	6	0	1	9	.	.	.
c									

 Identifikation des Stimulus-Elementes "8"

- Eintritt bzw. Verbleib der Information "8" im Gegenwartsgedächtnis

-

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
u	e	f	i	g	c	d	o	b	a

 Zuordnung von "8" zu "b" auf Grund des oben auf dem Testblatt abgedruckten Zuordnungsmodus

- Eintritt bzw. Verbleib der Information "b" im Gegenwartsgedächtnis

-

5	8	3	6	0	1	9	.	.	.
c	b								

 Motorische Realisation von "b" als Responseelement

Diese Gegenüberstellung läßt eine frappante Übereinstimmung zwischen Reduktions- und Zuordnungs-Variablen bezüglich der einzelnen Informationsverarbeitungsschritte erkennbar werden. Gleichzeitig werden zwei Unterschiede nochmals deutlich. Der item-spezifische Zuordnungsmodus von Stimulus- zu Responseelementen ist bei den Reduktions-Aufgaben nur per Instruktion gegeben und dann im mittelfristigen Gedächtnis gespeichert. Diese Unterschiedlichkeit steht in Zusammenhang mit einer zweiten. Bei den Reduktions-Aufgaben umfaßt das Responserepertoire $U = 2$ Elemente, bei den Zuordnungs-Aufgaben $U = 10$ Elemente.

Dem unterschiedlichen Umfang des Responserepertoires entspricht ein Unterschied im Informationsgehalt der einzelnen Reaktionen. Der Tatsache, daß der item-spezifische Zuordnungsmodus von 10 Stimulus- zu 10 Responseelementen nicht ohne besonderen (etwas intensiveren) Lernprozeß ins mittelfristige Gedächtnis eingehen kann, wird bei den Zuordnungs-Items Rechnung getragen, indem der Zuordnungsmodus auf dem Testblatt während der Bearbeitung zur Verfügung bleibt. Diese Bedingung dürfte dafür verantwortlich sein, daß beide Aufgabentypen den gleichen Leistungsbereich vertreten. Dennoch wird die Differenz im Informationsgehalt des Responserepertoires insofern verhaltensrelevant, als sie sich in der Leistungsquantität niederschlägt: Die Durchschnitts-Scores der Versuchspersonen liegen für die Zuordnungs-Aufgaben wesentlich niedriger als für die Reduktions-Aufgaben. Diesem Befund wird noch mehr Aufmerksamkeit zu schenken sein.

Ganz analog wie für die Reduktions-Aufgaben läßt sich auch für die Produktions-Aufgaben der Bearbeitungsprozeß in seinen Phasen schematisch darstellen:

- | |
|---|
| = |
| u |

 = + = + = + . . . Identifikation des Stimuluselementes "="
- Eintritt bzw. Verbleib der Information "=" im Gegenwartsgedächtnis
- | |
|-----------------------|
| = |
| a u f i g d c i . . . |

 = = = = . . . Zuordnung von "=" zu "f" auf Grund des im Mittelfristigen Gedächtnis gespeicherten Zuordnungsmodus:
Zuordnung aller "+" zu "a"
Zuordnung aller "=" zu einer persönlichen Zufallsfolge der 9 Buchstaben e, i, o, u, b, c, d, f, g.
- Eintritt bzw. Verbleib der Information "f" im Gegenwartsgedächtnis
- | |
|-----|
| = |
| u f |

 = + = + = + . . . Motorische Realisation von "f" als Responseelement

Dieses Schema des Bearbeitungsprozesses zeigt weitgehende Kongruenz mit den Schemata für Reduktions- und Zuordnungs-Aufgaben. Der Zuordnungsmodus für die Lösung von Produktions-Items unterscheidet sich prinzipiell von den Zuordnungsmodi der beiden anderen Aufgabentypen dadurch, daß er eine persönliche Zufallsfolge des vorgegebenen Elementenrepertoires mit beinhaltet. Diese Zufallsfolge mag spontan während des Lösungsvorganges entstehen oder auf Grund früherer Lernprozesse bereits im Gedächtnis zur Verfügung stehen und aktiviert werden.

Den Reduktions- und Produktions-Aufgaben im besonderen ist gemeinsam, daß der jeweilige Zuordnungsmodus laut Testinstruktion im Gedächtnis gespeichert sein muß.

Die unterschiedliche Qualität von Reduktions-, Zuordnungs- und Produktions-Leistungen schlägt sich (auch) in der pro Zeiteinheit realisierten Anzahl von Responseelementen nieder. Geht man davon aus, daß das Leistungsquantum der Probanden bei allen 3 Aufgabentypen im Durchschnitt das gleiche ist, so kommt man zu dem Schluß, daß die 3 Aufgabentypen unterschiedlich hohe Leistungsforderungen stellen. Die Anzahl der im Mittel korrekt realisierten Reaktionselemente liegt bei den Reduktions-Items höher als bei den Produktions-Aufgaben und bei letzteren höher als bei den Zuordnungs-Aufgaben.

Analog dürfte die geforderte Informationsverarbeitungsleistung bei den Zuordnungs-Aufgaben am größten bzw. komplexesten, bei den Reduktions-Aufgaben am geringsten sein. Auf diese Phänomene wird bei der Prüfung von Hypothese IV noch detaillierter einzugehen sein.

Bei der Bearbeitung von Reproduktions-Aufgaben wie den Items 8 und 9 läuft auf Seiten des Probanden, als dem informationsverarbeitenden System, folgender Prozeß ab:

- 1 0 0 9 2 1 0 0 . . . Identifikation des Stimuluselementes "0"
1
- Eintritt bzw. Verbleib der Information "0" im Gegenwartsgedächtnis
- Motorische Realisation von "0" als Responseelement.

Diese drei Bearbeitungsschritte sind Grundbestandteile der Lösung von Reduktions-Items wie auch der Lösung von Zuordnungs-Items und Produktions-Items. Hieraus erklärt sich die Bindung dieser 4 Variablen-Typen an einunddemselben Leistungsbereich.

Da die Bearbeitung von Reduktions-, Zuordnungs- und Produktions-Aufgaben jeweils noch mehr Informationsverarbeitungsphasen umfaßt als die Bearbeitung von Reproduktions-Aufgaben, ist bei ersteren ein entsprechend größerer Leistungsaufwand erforderlich. Dieser vermehrte Leistungsaufwand findet, da ja sämtliche Aufgabenstellungen relativ geringen Schwierigkeitsgrad haben, in einem erhöhten Zeitbedarf seinen Niederschlag, welcher sich wiederum bei einheitlicher Zeitbegrenzung in durchschnittlich niedrigeren Test-Scores auswirkt.

Die Betrachtung des Faktors 1 unter informationstheoretischem Aspekt läßt folgendes Zwischenresumée zu:

Für diesen ersten Leistungsbereich sind Informations-Reduktions-Leistungen kennzeichnend.

Er umfaßt auch eine Materialkomponente, für die 2 Merkmale charakteristisch sind: Stimulus- und Responseelemente sind als isolierte Einzelelemente wiedergegeben. Bei Items, die Symbole als Reaktionsalternativen verwenden, hat das Responserepertoire nur einen Umfang von $U = 2$. Diese Materialkomponente ist für die Abgrenzung des ersten gegen den dritten Leistungsbereich verantwortlich (vgl. unten).

Neben den Informations-Reduktions-Aufgaben markieren Faktor 1 auch Informations-Produktions-Aufgaben und Informations-Konservations-Aufgaben, nämlich Zuordnungs- und Reproduktions-Items. Die Informationsverarbeitungsprozesse bezüglich der Reduktions-, Produktions- und Zuordnungs-Aufgaben weisen in ihrem Phasenaufbau deutliche Über-

einstimmungen auf. Diese Übereinstimmung erklärt wesentlich ihren gemeinsamen Beitrag zum ersten Leistungsbereich. Die gleichwohl existierenden Unterschiede dieser 3 Typen von Informations-verarbeitungsaufgaben manifestieren sich im Vorhandensein anderer Leistungsbereiche, speziell dem durch Informations-Produktions-Items ausgewiesenen Leistungsbereich 2. Die Abweichungen kommen auch in der unterschiedlichen Höhe der mittleren Responsewerte der Probanden zum Tragen.

Der Prozeß der Informationsreproduktion ist auch gemeinsamer Bestandteil der Bearbeitung von Reduktions-, Produktions- und Zuordnungs-Aufgaben. Diese Tatsache ist verantwortlich für die Bindung der Informationsreproduktionsaufgaben an Faktor 1 und bewirkt sicher auch mit, daß die anderen 3 Aufgabentypen bezüglich ihrer Leistungsanforderungen einen Überschneidungsbereich besitzen.

Im Hinblick auf Hypothese III kann festgestellt werden, daß Informations-Reduktion durch Faktor 1 in der vorliegenden Leistungsstruktur repräsentiert ist.

Faktor 2: Informations-Produktion

Faktor 2 markieren insbesondere 8 Variablen

Item	Aufgabentyp	Aufgaben- Kategorie
13	'Buchstaben produzieren / beschränktes Buchstabenrepertoire'	1
14	'Silben produzieren / beschränktes Buchstabenrepertoire'	2
15	'Silben erfinden / beschränktes Buchstabenrepertoire'	3
16	'Symbole produzieren'	1
17	'Symbolaggregate produzieren'	2
19	'Ziffern produzieren'	1
20	'Zahlen produzieren'	2
21	'Zahlen erfinden'	3

Bei diesen Markier-Variablen handelt es sich ausschließlich um Informations-Produktions-Aufgaben; mit Ausnahme von Variable 18 'Symbolaggregate produzieren', bei der der Elemententyp "Symbole" stark wirksam wird, sind alle Informations-Produktions-Aufgaben vertreten. So kann für den zweiten Leistungsbereich der hier analysierten Verhaltensstichprobe sicher Informationsproduktion als Charakteristikum identifiziert werden.

Die Tatsache, daß alle 3 Elementen-Typen im Material der kennzeichnenden Items repräsentiert sind, weist daraufhin, daß wir es eher mit einem funktionalen denn einem materialbestimmten Faktor zu tun haben.

Die in dieser Untersuchung applizierten Informations-Produktions-Aufgaben lassen sich von der Art der provozierten Informationsverarbeitung her in 3 Kategorien einteilen. Kategorie 1 wurde bereits im Rahmen der Diskussion von Faktor 1 beschrieben.

Die zweite Kategorie von Informations-Produktions-Aufgaben zeigt weitgehende Übereinstimmungen mit den Items des ersten Typs.

Der entsprechende Informationsverarbeitungsprozeß läßt sich wie folgt aufgliedern:

+	=	=	+
fdug	ceid	---	---

Identifikation des Stimulus-Elementes " = "

- Eintritt bzw. Verbleib der Information " = " im Gegenwarts-gedächtnis

+	=	=	+
fdug	ceid	eacf	---

Zuordnung von " = " zur Silbe "eacf" auf Grund des im Mittel-
fristigen Gedächtnis gespeicherten
Zuordnungsmodus:
Zuordnung aller " + " zu "fdug";
Zuordnung aller " = " zu einem
persönlichen Repertoire von
Silben, die aus je 4 Buchstaben
einer persönlichen Zufallsfolge
von a, e, i, o, u, b, c, d, f, g
konstituiert werden.

- Eintritt bzw. Verbleib der Information "eacf" im Gegenwarts-gedächtnis.

+	=	=	+
fdug	ceid	eacf	---

Motorische Realisation von
"eacf" als Response.

Diese Kategorie von Aufgabenstellungen unterscheidet sich von der ersten insofern als pro Stimulus-Element 4 statt 1 Responseelement realisiert werden, also pro Stimulus-information mehr Responseinformation produziert wird.

Der pro Informations-Produktions-Item bestimmte Testscore eines Probanden ist die Anzahl der Responseelemente, welche unter Beachtung der Instruktion realisiert wurde. Jedem Responseelement entspricht bei der ersten Aufgabenart je 1 Stimuluselement, bei der zweiten Aufgabenart kommen auf 1 Stimuluselement jeweils 4 Responseelemente. Das bedeutet, daß bei den Items der zweiten Art für die korrekte Realisation eines Reaktionselementes notwendige Informationsverarbeitungsleistung geringer ist als bei Aufgaben der ersten Art, da weniger (nur 1/4) an Stimulus-Information berücksichtigt und damit verarbeitet werden muß. Dieser Umstand findet darin seine Auswirkung, daß die Probanden bei den Aufgaben der zweiten Kategorie durchweg im Mittel mehr Responseelemente pro Zeiteinheit zu Papier bringen, also höhere Testscores erreichen.

Die für die dritte Art von Informations-Produktions-Aufgaben notwendigen Bearbeitungsschritte lassen sich schematisch wie folgt darstellen:

- u a c b - - - - - - - - Redundante Reiz-Vorlage wird
wahrgenommen

- u i g b u f g b u b a b Auswahl einer 4-stelligen
Elementenkombination mit "u"
und "b" als Anfangs- bzw. End-
element aus einem persönlichen
Repertoire; die Elementenkombi-
nation, z.B. "uigb", konstituieren
sich aus Elementen einer
persönlichen Zufallsfolge.

- Eintritt bzw. Verbleib der Information "uigb" im Gegenwartsgedächtnis

- u a c b u i g b - - - - Motorische Realisation von "uigb" als Response.

Diese schematische Darstellung zeigt, daß der Informationsverarbeitungsvorgang bei der dritten Kategorie von Produktionsitems in zwei wesentlichen Punkten von dem bei der ersten und zweiten Aufgabenart abweicht.

Bei der dritten Aufgabenform ist die Reizvorlage redundant. Denn es ist allein die Stelle markiert, wohin die Antwort-Elemente plaziert werden sollen. Diese Markierung an sich besitzt keinen Informationsgehalt, da sie bereits durch die vorangehende (bzw. noch nicht vorangehende) Response festgelegt ist.

Produktionsitems des Typs 1 und 2 verlangen dagegen die Identifikation von Stimulus-Elementen, also einen zusätzlichen Informationsverarbeitungsschritt. Diese zusätzlich notwendige Informationsverarbeitungsleistung ist bei Kategorie 2 mit .81 bit pro Responseelement nicht groß, bei Kategorie 1 mit .81 bit pro Reaktionseinheit durchaus relevant. Dafür, daß diese Aufgabeneigenschaften auch verhaltenswirksam werden, sprechen die gegenüber den Items 13 und 19 deutlich erhöhten Test-Scores der Probanden bei Item 14 und 15 sowie Item 20 und 21.

Überraschenderweise tritt dieser Effekt nicht bei den Items 17 und 18 gegenüber Aufgabe 16 ein. Mögliche Erklärungen: Diese 3 Variablen mit Symbolen als Elementen sind in der Darbietungsfolge des Gesamtrepertoires erst nach den entsprechenden 3 Variablen mit Buchstaben und den entsprechenden 3 Variablen mit Ziffern als Elementen plaziert. Bei der Bearbeitung von Item 16, 17 und 18 besitzen die Probanden

demnach bereits einen gewissen Übungsvorsprung. - Vielleicht spielt aber auch mit, daß der Informationsverarbeitungsprozeß bei ihnen überhaupt mehr Zeit in Anspruch nimmt als bei den analogen Items.

Der zweite Punkt, in dem der Informationsverarbeitungsvorgang bei der dritten Kategorie der Produktionsaufgaben formal von dem bei den Items der anderen beiden Kategorien abweicht, ist folgender: Für alle drei Aufgabentypen sind die laut Instruktion 4-stelligen Elementen-Kombinationen als responses vorgegeben. Bei Aufgaben des ersten und zweiten Typs sollen die Elementen-Kombinationen vom Probanden nach einem persönlichen Zufallsverfahren produziert werden; bei 25 Prozent des Responses ist aber laut Instruktion ein und dieselbe, vorweg festgelegte Elementen-Kombination zu realisieren. Die 4-stellige Responses des dritten Aufgaben-Typs setzen sich aus 2 redundanten Elementen, Anfangs- und Endelement sind vorgegeben, und 2 nach einem persönlichen Zufallsverfahren aus einem Repertoire von 10 Elementen ausgewählten Mittelelement zusammen.

Dieser Unterschied bezüglich Konstitution und Informationsgehalt wurde in der hier realisierten Versuchsanordnung nicht verhaltensrelevant. Es zeigten sich weder entsprechende qualitative noch quantitative Abweichungen zwischen den betreffenden Vergleichsvariablen. Dieser Befund wird weiter unten noch näher zu betrachten sein.

Neben den oben genannten 8 Markiervariablen ist noch ein 'Hof' von 8 weiteren Variablen mit durchaus bedeutsamen Ladungen für den zweiten Leistungsbereich kennzeichnend. Dieser 'Hof' umfaßt Konervations-, Reproduktions- und Reduktionsaufgaben sowie ein Merkfähigkeits-Item. Das Hinzutreten einer Aufgabe zur Erfassung kurzfristiger Merk-

fähigkeit mag als zusätzlicher Hinweis dafür gelten, daß die Informationsproduktionsprozesse kurzfristige Informationsspeicherung mitbeinhalten.

Das Beitragen von Konervations-, Reproduktions- und Reduktionsaufgaben zu der diskutierten Leistungsdimension kann als erwartungsgemäß angesehen werden. Es begründet sich aus Gemeinsamkeiten bezüglich der Informationsverarbeitungsschritte von Produktionsaufgaben auf der einen und Konervations-, Reproduktions- und Reduktions-Items auf der anderen Seite, wie sie oben bereits dargestellt wurden (s.S. 286)

Als erste Resultate der Diskussion von Faktor 2 unter informationstheoretischen Aspekten sind festzuhalten:

Die zweite Dimension der Faktorenstruktur ist durch Informations-Produktions-Leistungen ausgewiesen.

Ihre Eigenart ist eher funktionaler als materialbedingter Natur.

Die applizierte Stichprobe von Informationsproduktionsaufgaben hat sich also ohne Ausnahme als verhaltensrelevant gezeigt; informationstheoretisch begründete Variationen der Aufgabenstellung wurden in der realisierten Experimentalanordnung jedoch nur teilweise oder überhaupt nicht testwirksam.

Die Items, an denen sich Informationsproduktion manifestieren soll, weisen von der Konstruktion der Aufgabenstellung her Übereinstimmungen mit Variablen, die andere Formen der Informationsverarbeitung ansprechen, auf. Diese Tatsache findet Ausdruck in der Bindung auch von unter informationstheoretischem Aspekt bereichsfremden Aufgaben an diesem Leistungsbereich.

Faktor 3: Informations-Konservation

Dimension 3 ist durch einen Kern von 7 Variablen gekennzeichnet (vgl. S. 253):

Item	Aufgabentyp
3	'Symbole reproduzieren'
12	'Modifizierter Mosaiktest (4)/4-Felder-Muster, ohne Elementenzwischenraum'
2	'Modifizierter Mosaiktest (16)/16-Felder-Muster, ohne Elementenzwischenraum'
11	'Modifizierter Mosaiktest (4)/4-Felder-Muster, mit Elementenzwischenraum'
1	'Modifizierter Mosaiktest (16)/16-Felder-Muster, mit Elementenzwischenraum'
4	'Symbole durchstreichen'
18	'Symbolaggregate erfinden'

Wie bereits oben festgestellt wurde, handelt es sich bei Dimension 3 offensichtlich um einen 'material-bestimmten' Leistungsbereich: Bei den 5 Variablen mit den höchsten Faktorenladungen beinhalten sowohl das Stimulus- als auch das Responserepertoire Symbole als Elemente. Auch die anderen kennzeichnenden Items verwenden Symbole zumindest als Reiz- oder Reaktionselemente.

Neben der Gemeinsamkeit bezüglich des Materialspektes weisen die 5 Variablen mit den gewichtigsten Ladungen ein gemeinsames funktionales Charakteristikum auf: Alle 5 Items sind den Informations-Konservations-Aufgaben zuzurechnen.

Auch im 'Hof' sind 3 Informations-Konservations-Items mit starken Bindungen an den Faktor 3.

Als wichtigstes funktionales Charakteristikum des dritten Leistungsbereiches in dieser Analyse kann daher "Informations-Konservation" identifiziert werden.

Die Variablen 4 und 18, 'Symbole durchstreichen' und 'Symbolaggregate erfinden' zeigen mit ihren Ladungen, daß auch Informations-Produktion und Informations-Reduktion zum dritten Faktor beitragen. Unterstrichen wird diese Beobachtung durch das Auftreten entsprechender Aufgaben im 'Hof' des Faktors.

Dieser Befund erklärt sich einesteils als den schon oben beschriebenen Kongruenzen bestimmter Teilschritte des Informationsverarbeitungsprozesses bei Produktions-, Reduktions- und Konservations-Aufgaben. Andernteils dürfte sich das gemeinsame Elementenmaterial Symbole bilden das Stimulus-, das Response-repertoire oder beide Repertoires, mitverantwortlich sein.

Informationsverarbeitung unter quantitativem und qualitativem Aspekt, d.h. die quantitative Bestimmung der Informationsverarbeitungsleistung wie auch die drei unterschiedenen Grundformen der Informationsverarbeitung, wurden per definitionem als funktional und damit materialunabhängig aufgefaßt. Hieraus folgern für die Dimension Informations-Konservation zwei Hypothesen:

- a) Informations-Konservation muß sich bei Aufgaben unabhängig von deren Elementenmaterial nachweisen lassen.
- b) Informations-Konservation muß sich auch an Aufgaben manifestieren, bei denen Stimulus- und Response-repertoire materialverschieden sind.

Als Unterstützung der Annahme b) kann der Beitrag der Items 7, 6 und 26, Variationen des "Zahlen-Symbol-Tests" zu dem Leistungsbereich "Informations-Konservation" gesehen werden.

Die deutliche Materialgebundenheit des Informations-Konservation-Faktors in dieser Analyse steht dagegen nicht in Einklang mit der unter a) formulierten Erwartung. Der Versuch für dieses Ergebnis eine befriedigende Erklärung zu finden, führte zu folgenden Überlegungen:

Informations-Konservation sollte sich an Buchstaben-, Symbol- und Ziffern-Items gleichermaßen zeigen. Voraussetzung direkter Vergleiche ist, daß Stimulus-Information sowie Anzahl und Art der Informationsverarbeitungsschritte jeweils identisch sind.

Jedes Buchstaben- und jedes Ziffern-Element hat mehrere charakteristische Kennzeichen, die zusammen eine besondere Gestalt bilden. Jeder dieser Elementengestalten ist ein bestimmter Buchstaben- bzw. Ziffern-Name zugeordnet, also ein Begriff der alle Einzelmerkmale der betreffenden Gestalt zusammenfaßt.

Man kann von einem Abstraktionsprozeß einfacher Art sprechen. Auch jedes Symbol-Element besitzt mehrere kennzeichnende Eigenschaften, die seine charakteristische Gestalt ausmachen.

Z.B.: 'kleines Dreieck, unten; großes Dreieck, links oben; schwarzes Quadrat'. Für diese Gestalten stehen keine gut eingeübten Symbol-Namen vergleichbar den Buchstaben- und Ziffern-Bezeichnungen zur Verfügung. Deshalb muß im Rahmen des Informationsverarbeitungsprozesses mit den Einzelinformationen, den Einzelmerkmalen jedes Symbols umgegangen werden. Der Informationsverarbeitungsprozeß läuft für Symbol-Elemente also auf einem 'niedrigeren Abstraktionsniveau' ab als für Buchstaben- und Ziffern-Elemente. Es sind mehr Informationseinheiten zu bearbeiten, die geforderte Informationsverarbeitungsleistung ist größer.

Bei den 5 Variablen mit der höchsten Faktorenladung bilden einheitlich Symbole die Responserepertoires. Eine völlig identische Wiedergabe der Symbol-Elemente wäre zu zeitaufwendig und würde die Versuchsbedingungen verändern. Deshalb sollen die originalen Symbole nur in schematischer Form, als einfache Strichgestalten realisiert werden.

Der Proband hat also eine entsprechende Zuordnung zu vollziehen. Dieser zusätzliche Schritt im Rahmen des gesamten Informationsverarbeitungsprozesses bei der Aufgabenlösung dürfte sich auswirken, solange er noch nicht völlig automatisiert ist. Dabei können interindividuelle Unterschiede angenommen werden.

Als Resumée verstehender Überlegungen ergibt sich, daß Symbol-Items insgesamt mehr Informationsverarbeitung (pro Zeiteinheit) fordern als funktional und strukturell identische Buchstaben- und Ziffern-Items. Als Bestätigung hierfür bzw. als Auswirkung davon ist die Tatsache zu sehen, daß die durchschnittlichen Testscores bei Symbol-Items durchweg deutlich niedriger liegen als bei entsprechenden Buchstaben- und Ziffern-Aufgaben.

Die Diskussion und Analyse des dritten Leistungsbereiches unter informationstheoretischem Aspekt läßt sich wie folgt zusammenfassen:

Der dritte Faktor repräsentiert schwerpunktmäßig Aufgaben, die Informations-Konservation verlangen.

Die Dimension Informations-Erhaltung manifestiert sich jedoch nur bei komplexeren bzw. umfangreicheren Informationsverarbeitungsprozessen, welche hier durch Symbol-Elemente als Stimulus- oder Responserepertoire provoziert werden.

Einfache Konservationsprozesse sind Bestandteil auch aller anderen Formen von Informationsverarbeitung. Bei letzteren treten Fähigkeiten wie Wahrnehmungsgeschwindigkeit, motorische Fertigkeiten und motivationale Faktoren in den Vordergrund.

Eine künftige Untersuchung könnte komplexere Buchstaben- und Ziffern-Items miteinbeziehen, um die hier aufgewiesene Dimension Informations-Konservation noch breiter zu fundieren und ihre Materialunabhängigkeit noch deutlicher herauszustellen.

Faktor 4: Kurzfristige Informations-Speicherung

Den vierten Faktor wiesen 7 Kennvariablen aus:

Item	Aufgabentyp
33	'Silben merken (2) / 2-stellige Buchstabenaggregate'
36	'Buchstabenzuordnung merken'
40	'Zahlen merken (2) / 2-stellige Zahlen'
41	'Zahlen merken (4) / 4-stellige Zahlen'
35	'Buchstabenfolge merken'
34	'Silben merken (4) / 4-stellige Buchstabenaggregate'
42	'Ziffernfolge merken'

Alle 7 Leistungsformen gehören dem Bereich "Informations-Speicherung" zu. Bezieht man den Hof von 4 Variablen, welche ebenfalls noch recht bedeutsame Ladungen besitzen, mit ein, so sind alle Merkfähigkeits-Aufgaben der Untersuchung erfaßt. Informationsspeicherung manifestiert sich in allen 3 Materialarten; an Buchstaben, Symbolen und Ziffern. Wir haben also einen funktionalen Leistungsfaktor vor uns. Zudem können wir von einem 'reinen' Faktor sprechen, da er keine bereichsfremden Komponenten besitzt, etwa Aufgaben der Informationsreduktion oder -produktion oder auch andere Formen der Informationskonservation.

Die vierte Dimension der hier herausgearbeiteten Leistungsstruktur ist unter informationstheoretischem Aspekt also eindeutig als "Informations-Speicherung" zu identifizieren.

Versucht man "Informations-Speicherung" in das System der 3 Grundformen von Informationsverarbeitung einzuordnen, so stellt Informationsspeicherung eine besondere Art von "Informations-Konservation" dar. Informationsspeicherung wäre demnach ein spezieller Ausschnitt aus dem Leistungsbereich "Informations-Erhaltung".

Von Informationskonservation sprechen wir per definitionem dann, wenn Stimulus- und Response-Informationsgehalt gleich groß sind.

Da der Informationsgehalt einer Elementenstichprobe material-unabhängig bestimmt werden kann, müssen Stimulus- und Response-repertoire des betreffenden Items nicht identisch sein.

Art und Anzahl der Übertragungsschritte sind zunächst nicht festgelegt.

Leistungskriterium ist immer die richtig vom Stimulus- auf das Response-repertoire übertragene Information bzw. genauer die übereinstimmende als 'erhaltene' Information.

Bei den Informations-Speicherungs-Aufgaben wird die Stimulus-information sukzessiv, in bestimmten Informationseinheiten, einmal, in einer definierten Zeitspanne dargeboten. Erst wenn die gesamte Stimulusinformation appliziert ist, kann die Wiedergabe der einzelnen Responseeinheiten erfolgen. D.h. der Proband muß möglichst die gesamte Stimulusinformation im Gegenwartsge-dächtnis festhalten. Spezielles Kriterium ist also bei den Speicherungs-Items die Kapazität des Gegenwartsge-dächtnisses, die dem "unmittelbaren Gedächtnisumfang" bei Toman (1968) entspricht.

Alle anderen Informations-Konservations-Aufgaben dieser Arbeit geben die gesamte Reiz-Information auf einem Testblatt abgedruckt auf einmal vor. Der Proband kann sie nach eigenem Bedürfnis in Einheiten - minimalen oder relativ großen Umfangs - aufgliedern und jede dieser Informations-einheiten gleich als Responseeinheit realisieren. Da die übertragene Gesamtinformation auf die für den Gesamtprozeß verfügbare Zeitspanne bezogen wird, ist - von den anderen Merkmalen des Informationsverarbeitungsprozesses abgesehen - eher die Durchflußgeschwindigkeit des Gegenwartsge-dächtnisses Kriterium für die Leistung:

Die Fähigkeit, viel Information gleichzeitig im Gegenwartsge-
dächtnis zu behalten, ist auch für die Bearbeitung von
komplexen anderen Informationskonservations- und auch
Informationsreduktions- und Informationsproduktions-
Aufgaben von wesentlicher Bedeutung. Diese Annahme müßte
bei Erweiterung der Itembattery um komplexere Aufgaben-
stellungen in der Leistungsstruktur ihren Niederschlag
finden. Z.B. müßten auch andere Informations-Verarbeitungs-
Faktoren Komponenten der Informations-Speicherung mit um-
fassen.

Die Binnenstruktur der Dimension "kurzfristige Informations-
speicherung" gibt auch Hinweise darauf, in welcher Häufigkeit
Buchstaben-, Symbol- und Ziffernelemente durch die Probanden
im Alltag einzeln oder in serialen und strukturalen Kombi-
nationen gebraucht werden. Eine eingehendere Analyse soll
hier jedoch in Anbetracht der begrenzten Item-Stichprobe
unterbleiben.

Zusammenfassend ist festzuhalten:

Charakteristikum des vierten Leistungsbereiches der Analyse
ist unter informationstheoretischem Aspekt die kurzfristige
"Informations-Speicherung". Es handelt sich hier um einen
'reinen' Faktor. Er ist funktionaler Art, d.h. materialun-
abhängig. Leistungskriterium ist die Kapazität des Kurz-
speichers. Informationsspeicherung ordnet sich dem Funktions-
bereich "Informations-Konservation" zu.

Es wird angenommen, daß Informationsspeicherung zugleich
eine Grundfähigkeit darstellt, die bei der Lösung von
komplexen Informations-Verarbeitungs-Aufgaben eine wichtige
Hilfsfunktion übernimmt.

Die Befunde regen die zusätzliche Hypothese an, daß die
Analyse der Binnenstruktur der Dimension "Informations-
Speicherung" an umfangreicherem Datenmaterial wesentlichen

Aufschluß über Informationsspeicherungsvorgänge im Alltag der Probanden erbringen könnte.

Beide Annahmen wären in einer Folgeuntersuchung zu prüfen.

Faktor 5: Informations-Reduktion durch Abstraktion

Faktor 5 besteht aus einem Kern von 3 Variablen:

Item	Aufgabentyp
32	'Gesamtwert - Formallogisches Denken'
31	'2 Dimensionen identifizieren / Symbole'
28	'1 Dimension identifizieren / Ziffern'

Der experimentellen Planung lag die Intention zugrunde, speziell die Intelligenzdimension "Verarbeitungskapazität, formallogisches Denken und Urteilsfähigkeit" durch 4 Aufgaben zu repräsentieren: Item 28, Item 29, Item 30, Item 31.

Der mittlere Score für diese 4 Aufgaben wurde als ein "Gesamtwert" zusätzlich eingeführt, um einen von zufälligen Effekten weitgehend unabhängigen Index zu erhalten.

Die 4 applizierten Aufgabenstellungen besitzen jeweils ein Stimulusrepertoire des Umfangs $U = 8$ und ein Responserrepertoire des Umfangs $U = 2$.

Nach Posners (1964) Taxonomie sind sie also "Informations-Reduktions-Aufgaben". Sie unterscheiden sich jedoch deutlich von den besonders für Faktor 1 kennzeichnenden Informations-Reduktions-Aufgaben, z.B. 'Buchstaben durchstreichen'.

Die Unterschiede sollen an einer schematischen Darstellung des Bearbeitungsprozesses der für Faktor 5 charakteristischen Items aufgezeigt werden.

- Applikation eines 3-dimensionalen Reizes
111 101 001 110 ...
- Identifikation des 3-dimensionalen Stimulus "101".
- Eintritt bzw. Verbleib der Information "101" im Gegenwartsge-
dächtnis.
- Zuordnung von "101" zu "A" (oder "B") auf Grund einer im mittelfristigen Gedächtnis gespeicherten, persönlichen Hypothese über den Zuordnungsmodus der Reaktionselemente zu den 8 Stimuli.
- Eintritt bzw. Verbleib der Information "A" (oder "B") im Gegenwartsge-
dächtnis.
- A A
- Motorische Realisation von "A" (oder "B") als Responseelement.
- Feed-back: verbale Mitteilung, daß Responseelement "A" (oder "B")
richtig ist.
- Identifikation dieser Information.
- Eintritt bzw. Verbleib der Information "A" (oder "B") im Gegen-
wartsge-
dächtnis.
- Bildung einer persönlichen Hypothese über den Zuordnungsmodus
der Reaktionselemente zu den 8 Stimuli unter Berücksichtigung
aller bislang vorhandenen Informationen.
- Speicherung der Hypothese im Mittelfristigen Gedächtnis.

Der Proband versucht die Gemeinsamkeiten der bis zum aktuellen Zeitpunkt beobachteten Stimulus/Feed-back-Kombinationen herauszufinden. Um die richtige Zuordnungsregel zu abstrahieren, muß er gleichzeitig mehrere Stimulus/Feed-back-Kombinationen berücksichtigen. Letzteres setzt eine ausreichende Kapazität des Gegenwarts- und des mittelfristigen Informationsspeichers voraus. Empirisch belegt ist diese Annahme durch die Ladungen von 3 Informations-Speicherung-Items auf Faktor 5.

Bei den Faktor 1 kennzeichnenden Informations-Reduktions-Aufgaben erfolgt die Reduktion anhand eines vorgegebenen dem Probanden bekannten Zuordnungsmodus. Die für Faktor 5 und Faktor 6 charakteristischen Informations-Reduktions-Aufgaben fordern von der Versuchsperson, daß sie auf der Grundlage von einzelnen Realisationen der Zuordnungsregel die betreffende Regel selbst herausfindet, um diese dann anzuwenden. Der Proband muß die Information herausarbeiten, welche Dimensionen bzw. Kombinationen von Dimensionen der Stimulusvariablen relevant oder irrelevant sind.

Die informationstheoretisch orientierte Diskussion des fünften Leistungsbereiches der Analyse führt zu folgender Zwischenbilanz: Die Leistungsformen, die Faktor 5 konstituieren, sind unter die "Informations-Reduktions"-Aufgaben einzureihen.

Die Ergebnisse weisen auf einen funktionsbestimmten Faktor hin. Sein Hauptkennzeichen ist die Fähigkeit, wichtige und unwichtige Informationen zu trennen. Diese Fähigkeit setzt eine jeweils ausreichende Kapazität des informationsverarbeitenden Systems voraus. Speziell das Gegenwarts- und das mittelfristige Gedächtnis einer Versuchsperson müssen als sog. Hilfsfunktionen die Berücksichtigung aller gebotenen Informationen ermöglichen, indem sie diese verfügbar halten.

Informationsreduktion durch Abstraktion, d.h. durch Abhebung der nach einem gegebenen Kriterium relevanten Information gegen die irrelevante Information ist ein für den individuellen Bildungsprozeß des Menschen unabdingbares Funktions- und Lernprinzip. Andernfalls könnte nur ein völlig unzureichender Bruchteil an Bildungsinhalten, z.B. der menschlichen Sprache, aufgenommen werden. In Anbetracht der Bedeutung der Fähigkeit zu sinnvoller Informationsreduktion empfehlen sich einerseits eine angemessene Repräsentation dieser Informationsverarbeitungsfunktion in Testbatterien und andererseits eine differenzierende Binnenanalyse dieses Funktionsbereiches im Hinblick auf praktische Nutzung sowie weiterführende Forschung.

Die Feststellung, daß eine Einteilung der verschiedenen Formen von Informationsverarbeitung in Informations-Kreation, -Konservation und -Reduktion dem Anspruch einer umfassenden Taxonomie nicht genügt, wenn sie sich ausschließlich am sichtbaren Informationsangebot und an der sichtbaren Informationsabgabe orientiert, fand hier zusätzliche Bestätigung. Dabei bleibt die grundsätzliche Nützlichkeit und Handhabbarkeit dieser Kategorien unbestritten. Hingegen wäre neu zu prüfen, wie die einzelnen Teilabschnitte von Informationsprozessen zu definieren sind, auf welche diese Taxonomie angewendet werden soll.

Faktor 6: Versuchspersonen-Faktor

Eine stichprobenspezifische Hauptkomponente, der sog. Versuchspersonen-Faktor, wird von drei Variablen getragen:

Item*	Aufgabentyp
45	'Schule
44	'Alter'
46	'Bildung'

*Um durchgängiger Bezeichnung willen werden auch diese 3 stichprobenspezifischen Kennwerte unter der Kategorie 'Item' aufgeführt.

Es wurde bereits ausgeführt (vgl. S. 274), daß signifikante Beziehungen dieser 3 Indizes zur individuellen Intelligenz-entwicklung mit den Resultaten von Bildungs- und Intelligenzforschung in Einklang stehen. Trifft die Annahme zu, daß Intelligenzleistungen als Informationsverarbeitungsleistungen sinnvoll definierbar sind, so sind auch besondere, bedeutsame Beziehungen der genannten 3 Indizes zu den Formen von Informationsverarbeitung zu erwarten.

Davon unabhängig erscheint es durchaus plausibel, daß die individuelle Informationsverarbeitungsfähigkeit auf der einen Seite altersbedingten Veränderungen unterworfen ist, auf der anderen Seite eine der wesentlichen Grundlagen für schulische Entwicklung und Bildung einer Person darstellt.

Von besonderem Interesse ist die offensichtliche Bindung zwischen dem Faktor 1 und dem Versuchspersonen-Faktor. Faktor 1 ist zum einen durch Formen der Informations-Reduktion gekennzeichnet, vereinigt jedoch gleichzeitig eine Gruppe von Grundfähigkeiten, die für alle komplexeren Informationsverarbeitungsprozesse Voraussetzung sind, in sich. Diese Gruppe von Grundfähigkeiten, die man als 'allgemeine Informations-Verarbeitungs-Fähigkeiten' ansprechen könnte, dürfte allem bisherigen Wissen nach im Kindes- und Jugendalter zunehmen

sowie individuelle Basis für schulische Entwicklung und Bildung eines Menschen sein.

Die Untersuchungsergebnisse weisen auch auf eine mögliche Beziehung der 3 Kennwerte 'Schule', 'Alter' und 'Bildung' zu Faktor 5, einer spezifischen Fähigkeit Informationen zu reduzieren (vgl. S.302), hin. Dieser Zusammenhang dürfte sich sicher in künftigen Untersuchungen bestätigen lassen.

Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse Ad Teilhypothese III b.

Partialhypothese III b postuliert, daß die für diese Untersuchung provozierte Leistungsstruktur die 3 Grundformen von Informationsverarbeitung hinreichend repräsentiert und durch diese auch hinreichend beschrieben wird.

Den 3 Kategorien von Informationsverarbeitung stehen die 5 in der Faktorenanalyse aufgewiesenen Dimensionen gegenüber.

Für Dimension 1 sind Leistungen der "Informations-Reduktion" kennzeichnend. Sie werden durch Aufgaben provoziert, bei denen der Reaktionsmodus mit vorgegeben wird.

Die verschiedenen Formen von "Informations-Produktion" weisen den zweiten Faktor aus. Dabei fällt die Geschlossenheit dieses Bereichs auf.

Innerhalb Posners (1964) Taxonomie ordnet sich die dritte Hauptkomponente der Analyse dem Sektor "Informations-Konservation" zu. Diese Gruppe von Leistungen manifestiert sich an Informations-Kreations-Items, deren Elementenrepertoires Symbole beinhalten. Symbole als komplexere, weniger überlernte und "vorgebahnte" Elemente bewirken gegenüber Buchstaben oder Ziffern als Elementen eine komplexere Aufgabenstellung; der erhöhte Informationsgehalt von Symbolrepertoires fordert entsprechend mehr Informationsverarbeitungsleistung von der Versuchsperson.

Eine spezielle Art der "Informations-Konservation" repräsentiert der vierte Leistungsbereich: die Kapazität des Kurzspeichers. Diese Fähigkeit, eine bestimmte Informationsmenge kurzfristig zu speichern, stellt eine wichtige Hilfsfunktion für die Bearbeitung komplexer Informations-Konservations-, Informations-Produktions- und Informations-Reduktions-Aufgaben dar.

Die fünfte Hauptkomponente der Leistungsstruktur ist wiederum durch "Informations-Reduktion" charakterisiert. Anders als bei Dimension 1 sprechen die zugrundeliegenden Aufgabenstellungen bei den Versuchspersonen die Fähigkeit, selber den korrekten Reduktionsmodus herauszufinden, an.

Bezugnehmend auf Partialhypothese III b kann, wie bereits oben herausgestellt (vgl. S.280ff.) als bestätigt gelten, daß die 3 Grundformen von Informationsverarbeitung in der vorliegenden Leistungsstruktur repräsentiert sind.

Auch läßt sich die gesamte Datenstruktur anhand dieser 3 Grundkategorien von Posners Taxonomie funktional beschreiben. Das Kriterium der funktionalen Beschreibbarkeit trifft aus informationstheoretischer Sicht auch auf die an spezifisches Elementenmaterial gebundene Dimension 3 zu.

Neben dieser grundsätzlichen Bestätigung für die Annahme III b führte die informationstheoretische Analyse der Resultate zu mehreren anderen wesentlichen Befunden und Aspekten.

Die Analyse zeigt, daß Posners Kategorien der Informationsverarbeitung geeignet sind, das gesamte Leistungsspektrum zu beschreiben. Gleichzeitig aber macht sie folgendes deutlich: Stimulus- und Responseinformation sind als alleinige Ausgangsbasis für eine derartige Typisierung von Aufgaben des hier vorgegebenen Komplexitätsniveaus nicht ausreichend.

Die 3 Kategorien umfassen z.T. jeweils mehrere recht eigenständige Funktionseinheiten. So fallen Faktor 1 und Faktor 5 unter die Informations-Reduktions-Leistungen. Aus diesem Grund war es sinnvoll und notwendig, sich sozusagen 'näher mit der Binnenstruktur' der 2 informationstheoretisch begründeten Leistungsdimensionen auseinanderzusetzen.

Für die verschiedenen Aufgabentypen wurde jeweils der Problemlösungsprozeß schematisch dargestellt und auf diese Weise die Phasen der Informationsverarbeitung sichtbar und unterscheidbar gemacht.

Anschließend Vergleiche brachten mehr oder minder weitgehende Übereinstimmung zu Tage, was den Aufbau der Bearbeitungsphasen unterschiedlicher Items betrifft. Einige Informationsverarbeitungsschritte, wie Identifikation des Stimuluselementes, kurzfristige Speicherung und motorische Realisierung des Responseelementes, sind offenbar bei dieser Art von Aufgabenstellungen obligate Bestandteile der Bearbeitung. Die Existenz solcher 'grundlegender Informations-Verarbeitungs-Fähigkeiten' läßt an den 'g-Faktor' konventioneller Intelligenzforschung denken und bietet entsprechende Erklärungsansätze an.

Besonders "Informationskonservation" erweist sich als eine Grundfähigkeit, die als Hilfsfunktion Informationsproduktionsvorgänge ermöglicht. Konservation kann auf simultane oder sukzessive Aufnahme oder kurz- bis langfristige Speicherung und Reproduktion von Information abzielen.

Diejenigen dieser Komponenten, die bei einer spezifischen Informations-Konservations-Leistung im Vordergrund stehen, legen deren funktionale Charakteristik fest.

Bei funktional verschiedenen Typen von Informationsverarbeitungsaufgaben können weitgehende Übereinstimmungen in bezug auf notwendige Bearbeitungsphasen Ladungen auf den gleichen Faktor begründen. Exemplarische Vertreter sind die sog. Mischvariablen, z.B. bei Faktor 1.

Aus wievielen und aus welchen Schritten sich der durch ein Item provozierte Informationsverarbeitungsprozeß konstituiert, bestimmt seinen Platz in der Faktorenstruktur. Sowohl qualitative als auch quantitative item-bedingte Leistungsunterschiede lassen sich durch Abweichungen im Aufbau des erforderlichen Bearbeitungsprozesses gut erklären (siehe z.B. S. 284).

Das allen Aufgaben der Testbatterie gemeinsame Grundschema 'Identifizieren - kurzfristig speichern - motorisch realisieren' ist exemplarisch in den Items 8 'Ziffern reproduzieren' und 9 'Buchstaben reproduzieren' gegeben.

Bei komplexen Aufgaben ist das Grundschema um einen oder mehrere Zuordnungsprozesse erweitert.

Werden Stimuluselemente nach ihrer Identifizierung und kurzfristigen Speicherung jeweils Elementen größeren Informationsgehalts zugeordnet und letztere motorisch realisiert, nennen wir diese Leistung "Informations-Produktion".

Wir sprechen von "Informations-Reduktion", wenn die identifizierten und kurzfristig gespeicherten Stimuluselemente jeweils Elementen geringeren Informationsgehaltes zuzuordnen sind.

Der 'Ziffern-Buchstaben-Test' Item 27 ist ein Beispiel für eine Konservationsaufgabe. Hier werden die Stimuluselemente jeweils Elementen (ungefähr) gleichen Informationsgehaltes zugeordnet. Die Erweiterung des Grundschemas um den Zuordnungsprozeß macht die Aufgabenstellung 'schwieriger', die Bearbeitung erfordert mehr Zeit, was seinen Ausdruck in dem wesentlich niedrigerem Durchschnittsscore bei Item 27 gegenüber Item 8 findet.

Eines der verhaltensrelevanten Charakteristika einer Informationsverarbeitungsaufgabe sind also Zuordnungsprozesse im Rahmen des Bearbeitungsvorganges. Damit hängt ein anderes wichtiges, funktionales Aufgabenmerkmal zusammen: Ob das Stimulusrepertoire einem in der Testvorlage vorgegebenen Elementenrepertoire zuzuordnen ist, wie z.B. beim 'Ziffern-Buchstaben-Test'; ob die Stimuluselemente einem persönlichen (Zufalls-) Repertoire zuzuordnen sind, wie z.B. bei Item 19 'Ziffern produzieren'; oder ob die Stimulusinformation auf ein Elementenrepertoire zu übertragen ist, das von der Versuchsperson selber auf Grund von aus der Testvorlage abstrahierten Information zu bilden bzw. zu strukturieren ist, wie z.B. bei Item 28 '1 Dimension identifizieren/Ziffern'.

Die vorstehenden Überlegungen führen zu folgender Konsequenz: Der Untersuchung dienen relativ einfache Informationsverarbeitungsaufgaben und daraus resultierend relativ einfache Leistungsformen als empirische Grundlage. Dementsprechend sind auch die provozierten Informationsverarbeitungsprozesse sowohl nach Quantität als auch nach Qualität einfach aufgebaut, d.h. sie konstituieren sich aus einer sehr geringen Anzahl von Einzelschritten. Aus diesem Grunde ist die Kategorisierung der Leistungsstruktur anhand der 3 Grundformen von Informationsverarbeitung, ggf. unter Bezugnahme auf Gemeinsamkeiten und Abweichungen im Phasenaufbau, durchaus vertretbar.

Es zeichnet sich jedoch deutlich ab, daß eine befriedigende quantitative und qualitative Definition komplexer Informationsverarbeitungsabläufe die Analyse und Berücksichtigung von deren Phasenaufbau erfordert.

Dieser Aspekt wird für Anschlußexperimente von Bedeutung sein.

Items mit Symbolen als Elementenrepertoire grenzen sich deutlich als eigenständiger Funktionsbereich gegen strukturell identische Items mit Ziffern oder Buchstaben als Elementenrepertoire ab. Obwohl die hier benutzten Symbole ursprünglich explizit als den Ziffern und Buchstaben informationstheoretisch gleichwertig konzipiert wurden, beinhalten sie offensichtlich mehr Information. Aus informationstheoretischer Sicht erklärt sich das Hervortreten dieses eigenständigen Funktionsbereiches aus deren höherem Maß an Informationsverarbeitung, das Symbol-Items fordern; Symbol-Aufgaben einerseits und Buchstaben- sowie Ziffern-Aufgaben andererseits würden sich demnach nicht grundsätzlich, sondern nur in ihrem Schwierigkeitsgrad als Informationsverarbeitungsaufgaben unterscheiden.

Diese Hypothese könnte relativ einfach überprüft werden, indem die hier verwendete Testbatterie um eine angemessene Auswahl komplexer Buchstaben- und Ziffern-Items erweitert wird und der Auswertungsvorgang in gleicher Weise nochmals vollzogen wird.

Informations-Speicherung ist in der diskutierten Leistungsstruktur nicht nur als eine generelle Hilfsfunktion vertreten - auf dieses Phänomen wurde bereits oben abgehoben -, sondern auch in einem engeren Sinne als eigenständige Dimension der Informationsverarbeitung. Informationsspeicherung im engeren Sinne intendiert die Speicherkapazität des informationsverarbeitenden Systems, hier des menschlichen Organismus. Wesentliche Leistungskriterien sind einmal die in einer bestimmten Zeitspanne speicherbare Informationsmenge und zum anderen die Speicherdauer. Der zweite Aspekt konnte aus ökonomisch-organisatorischen Gründen hier nicht berücksichtigt werden. Die entsprechenden Items der vorliegenden Arbeit erfassen, wieviele spezifische Informationseinheiten ein Proband bei sukzessiver Darbietung von 1 Sekunde Dauer identifizieren und kurzfristig speichern kann. Diese Leistungsfähigkeit des Kurzspeichers dürfte bei komplexeren Informationsverarbeitungsaufgaben als hier benutzt werden noch wesentlich größere Bedeutung für den Lösungsvorgang besitzen. Und das sollte für Konservations-, Produktions- und Reduktions-Leistungen gelten. Die Tragfähigkeit dieser Annahme kann anhand einer Testbatterie, die auch komplexe Informationsverarbeitungsaufgaben enthält, ausgelotet werden.

Sobald diese Fragestellung befriedigend abgeklärt ist, muß es auch möglich sein, fundiert zu diskutieren, ob Informations-Speicherung besser als eigenständige Form der Informationsverarbeitung behandelt werden sollte (vgl. z.B. Roth u.a., 1972) oder weiterhin als besondere Form von "Informations-Konservation" aufgefaßt werden kann.

"Informations-Reduktion" als eine Grundform von Informationsverarbeitung ist in der Leistungsstruktur dieser Stichprobe durch 2 Funktionseinheiten vertreten. Ziel einer weiterführenden Untersuchung könnte es sein, noch näheren Aufschluß über die Binnenstruktur des Sektors "Informations-Reduktion" zu gewinnen, speziell die Beziehungen der hier ausgewiesenen beiden Teilbereiche zueinander genauer kennenzulernen. Einer entsprechenden Analyse müßte ein breiteres Spektrum von Informations-Reduktions-Leistungen zugrunde liegen.

Folgende Bilanz kann festgehalten werden:

Partialhypothese III b hat für die vorliegende Leistungsstichprobe hinreichend Bestätigung gefunden.

Als sinnvolle Interpretationshilfe erwiesen sich eine schematische Aufgliederung der verschiedenen Informationsverarbeitungsprozesse in ihre einzelnen Phasen und die hierauf aufbauende Detailanalyse. Unter anderem ergaben sich interessante Hinweise auf die Existenz von 'Grundfähigkeiten' und 'Hilfsfunktionen', die für alle Informationsverarbeitungsleistungen der intendierten Art obligat sind.

Die Anstöße und Anregungen, die sich für weiterführende empirische Arbeiten ergaben, lassen sich summarisch auf zwei Aspekte konzentrieren:

Einbeziehen komplexerer Informationsverarbeitungsleistungen, speziell inbezug auf Buchstaben- und Ziffern-Items, und nähere Abklärung der Binnenstruktur der 3 Grundformen von Informationsverarbeitung.

Zusammenhang zwischen quantitativen Indizes für Informations-
verarbeitung und Indizes für Intelligenzleistung

Ad Hypothese IV

=====

Überprüfung der theoretischen Ausgangsbasis unter Einbe-
ziehung der bisherigen Untersuchungsergebnisse

Ad Hypothese IV

Eine für diese Arbeit grundlegende Annahme war, daß Intelligenz-
leistungen im traditionellen Sinne als ein Teilbereich der
Gesamtheit menschlicher Informationsverarbeitungsleistungen
aufgefaßt werden dürfen. Diese Annahme impliziert: jede
beliebige Intelligenzleistung kann prinzipiell auch als
Informationsverarbeitungsleistung definiert werden. -
Hieraus würde ein direkter Zusammenhang zwischen Intelli-
genzindizes und entsprechenden Informationsverarbeitungs-
indizes folgen.

Intelligenzindex ist bei den Items dieser experimentellen
Testbatterie einheitlich die Anzahl der innerhalb des vor-
gegebenen Zeitlimits richtig bearbeiteten Glieder einer
Aufgabe. Diese Grundform eines Intelligenzindex steht stell-
vertretend für alle anderen Formen. Daß eine spezifische
Aufgabe tatsächlich Intelligenzleistungen erfaßt, wird im
allgemeinen durch 'common sense', Validierung an einer
Stichprobe von Personen 'bekannter' Intelligenz oder
Validierung an 'anerkannten' Intelligenzaufgaben begründet.
Die beiden letzteren Kriterien kamen bei Konstitution des
Item-Pools für die vorliegende Untersuchung zum Tragen.

Indizes für Qualität und Quantität von individuellen Infor-
mationsverarbeitungsleistungen lassen sich aus einem
globalen informationstheoretischen Konzept, welches den
Menschen als informationsverarbeitendes System betrachtet,
ableiten.

Die Reaktion einer Person auf ein Item mit spezifischen Eigenschaften, sind für jedes Item in einem Rohwert zusammengefaßt, der hier auch als Intelligenzindex dient. Sie können Bedeutung gewinnen, indem der Rohwert zu den spezifischen Eigenschaften der betreffenden Aufgabe in Beziehung gesetzt wird. Die somit verfügbaren Kennwerte konstituieren sich aus den testspezifischen Verhaltensäußerungen der Probanden und den testspezifischen Entstehungsbedingungen.

Dieses Vorgehen ist möglich, da die Charakteristika der hier benutzten Items - und prinzipiell auch aller anderen Informationsverarbeitungsaufgaben - auf informationstheoretischer Grundlage qualitativ und quantitativ einheitlich definiert werden können.

Es gestattet somit, nach Quantität oder Qualität tatsächlich oder scheinbar verschiedene Leistungen, auch konventionelle Intelligenzleistungen, in ein umfassendes Konzept einzuordnen, zueinander in Beziehung zu setzen und zu vergleichen. Diese Möglichkeit wird durch das bisherige Fehlen eines allgemein anerkannten, globalen Intelligenzmodells zusätzlich interessant.

Der oben skizzierte Weg muß zweifellos von theoretischer Warte aus als vielversprechend und näherer Untersuchung wert betrachtet werden. Sein tatsächlicher Wert für mögliche Fortschritte auf theoretischem und praktischem Gebiet steht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Beantwortung folgender Fragestellung:

Inwieweit sind die informationstheoretischen Indizes anhand derer ein Item quantitativ oder qualitativ definiert werden kann, verhaltensrelevant?

Von den spezifischen Eigenschaften einer Intelligenz- oder einer Informationsverarbeitungsaufgabe hängt es ab, welche aufgabenspezifischen Leistungen sie provozieren kann.

Eind denkbarer Modus, die Eigenschaften eines Items zu definieren, ist der hier intendierte informationstheoretische.

Seine Anwendung ist nur dann sinnvoll, wenn diese informationstheoretischen Indizes auch verhaltensrelevant sind, das heißt konkret: wenn nachgewiesen werden kann, daß die informationstheoretischen Indizes einer Aufgabe bestimmen, welche Testreaktionen sie provoziert. Zum anderen würde ein entsprechender Nachweis belegen, daß individuelle und interindividuelle Verteilung von Intelligenzindizes durch informationstheoretische Variablen erklärt werden kann. Hiermit wären eine notwendige Voraussetzung und ein gewichtiges Argument für die Auffassung gegeben, daß intellektuelle Leistungen einen Teilbereich der menschlichen Informationsverarbeitungsleistungen repräsentieren.

Als operationalisierte Hypothese wurde daher formuliert: Es besteht ein systematischer Zusammenhang zwischen informationstheoretischen Item-Merkmalen und den Testreaktionen der Probanden bei Intelligenz- und Informationsverarbeitungsaufgaben.

Im Rahmen der Planung dieser Untersuchung wurden auch die verschiedenen Möglichkeiten, eine Aufgabe und damit speziell Intelligenzitems informationstheoretisch zu definieren, besprochen. Hierbei handelte es sich zunächst um eine grundsätzliche Erörterung. Welche informationstheoretischen Indizes zur Erfassung von Itemmerkmalen für eine Prüfung der genannten Hypothese bestimmt werden können und welche sinnvollerweise zu berücksichtigen sind, ist unter anderem durch das gewählte Versuchsmaterial festgelegt.

Hypothese II lautete: Alle Items der Testbatterie sind informationstheoretisch quantifizierbar.

Diese Annahme konnte bestätigt werden.

Für jedes Item kann der durchschnittliche (und maximale) Informationsgehalt und die durchschnittliche Redundanz von Stimulus- und Responseelementen bestimmt werden. Aus der Beziehung zwischen Stimulus- und Responseinformation ergibt sich, ob die Aufgabenstellung Informations-Konservation, -Reduktion oder -Produktion verlangt.

Stimulus- und Response-Information sowie die Relation zwischen beiden konnten vom theoretischen Ausgangskonzept her als ausreichend gelten; eine Aufgabenstellung quantitativ zu beschreiben, und bildeten die erste Basis für die Bearbeitung von Hypothese II.

Die Analysen des vorangegangenen Abschnitts zu Hypothese III legen jedoch eine Differenzierung dieses Grundkonzepts nahe. Beim weiteren Vorgehen können daher eine Reihe von Resultaten und Gesichtspunkten, die im bisherigen Teil der Arbeit neu hinzukamen, Berücksichtigung finden.

Auf dieser modifizierten Grundlage soll im folgenden nochmals neu diskutiert und festgelegt werden, anhand welcher informationstheoretischer Indizes die Items dieser Versuchsbatterie im Hinblick auf Hypothese IV sinnvoll definiert werden können.

Eine wichtige Feststellung, die getroffen werden konnte, ist, daß das oben genannte informationstheoretische Grundkonzept nicht gleichermaßen auf jedes beliebige Item appliziert werden kann. Da es nur Stimulus- und Responseinformation einbezieht, läßt ein hierauf basierender Informationsverarbeitungs-Index etwaige 'dazwischen liegende' Informationsverarbeitungsschritte unberücksichtigt. Diese Tatsache unterstreicht nochmals, daß es besonders wichtig

ist, den Umfang der Einheiten, auf die ein informations-theoretischer Terminus angewandt werden soll, sinnvoll festzulegen; der Maximalumfang von Einheiten ist durch die jeweilige Grenze festgelegt, deren Überschreitung nach oben zu einer unakzeptablen Nichtbeachtung von Information führen würde.

Es gilt also einen Index für die durch ein Item provozierte Informationsverarbeitung zu finden, der auch dem spezifischen, eventuell mehrstufigen Aufbau einer Aufgabe Rechnung trägt.

Für diesen Zweck bietet sich ein Index an, der die Gesamtinformation einer Aufgabe repräsentiert. Er setzt sich aus mehreren quantitativen Komponenten additiv zusammen, zumindest aus Stimulus- und Responseinformation, und ist somit selbst ein quantitativer Terminus. Der Index 'Gesamtinformation' gibt keine Auskunft über die Anzahl seiner Konstituenten und deren Relation zueinander.

Eine erklärte Intention dieser Analyse ist es aber, Informationsverarbeitung und damit auch intellektuelle Leistung sowohl quantitativ als auch qualitativ zu erfassen und zu diskutieren. Deshalb muß neben dem quantitativen Aspekt, repräsentiert durch die Gesamtinformation und ihre quantitative Komponenten, auch ein qualitativer Aspekt treten, eine Aussage über das Zustandekommen einer Leistung. Die Gesamtleistung kann sich bei gleichem Nominalbetrag, z.B. aus einer größeren Anzahl 'einfacher' Arbeitsschritte zusammensetzen oder einer geringeren Anzahl schwieriger Arbeitsschritte. Sie kann Informations-Konservation, -Reduktion, -Produktion oder -Speicherung bezeichnen. Auch diese qualitativen Kategorien lassen sich quantifizieren.

Die vorstehenden Überlegungen münden in folgende Position: Über die Informationsverarbeitungsleistungen, die ein bestimmtes Item anspricht, können quantitative Aussagen be-

züglich der Gesamtleistung und verschiedener Teilleistungen gemacht werden. Gleichzeitig sind qualitative Aussagen bezüglich Komposition bzw. Relation von Gesamtleistungen bzw. Teilleistungen möglich.

Diese Position muß und kann operationalisiert werden:

Jedes Item besteht aus einem Angebot von einzelnen Stimuli, die jeweils im Rahmen eines ersten Bearbeitungsschrittes identifiziert werden müssen. Der mittlere Informationsgehalt der Stimuli ist als I_1 zu bestimmen.

Bei 'einfachen' Aufgaben, hier Reproduktionsaufgaben, schließt sich an diesen ersten Informationsverarbeitungsschritt der Identifikation unmittelbar die Reproduktion an. Die Leistung, Informationseinheiten in motorische Einheiten zu transformieren, soll hier nicht näher analysiert und definiert werden. Für die in dieser Arbeit verwendeten Elemententypen wird angenommen, daß ihre motorische Realisation durchweg gleich schwer ist, d.h. gleichen Leistungsaufwand erfordert. Diesem Aspekt wurde auch bei der Auswahl der Symbol-Elemente bereits Rechnung getragen.

Reduktions- und Produktionsaufgaben beinhalten, daß die im ersten Informationsverarbeitungsschritt identifizierten Stimuli nach einer item-spezifischen Regel entsprechenden Responses zuzuordnen und diese zu identifizieren sind. Der durchschnittliche Informationsgehalt der Responses kann als I_2 quantifiziert werden. Die Leistung der anschließenden motorischen Realisation bleibt wiederum unberücksichtigt, da sie über alle Items konstant ist.

Speicherungs-Aufgaben und die Reduktions-Items, welche Faktor 5 kennzeichnen, sind 'Spezialfälle', auf die weiter unten noch besonders einzugehen sein wird.

Bei Konservationsaufgaben vom Typ des "Zahlen-Symbol-Tests" folgt auf den zweiten Verarbeitungsschritt statt der

motorischen Realisation ein dritter Informationsverarbeitungs-schritt: Die Informationseinheiten I_2 werden Informationseinheiten I_3 zugeordnet, die motorisch zu realisieren sind.

Durch Addition der mittleren Informationsbeträge $I_1, I_2, \dots$, die für die Bearbeitung einer Aufgabe relevant sind, ergibt sich die mittlere Gesamtinformation I_G , die bei Auseinandersetzungen mit einem Stimulus des Items zu verarbeiten ist.

Die durchschnittliche Informations-Konservation I_{Ko} , Informations-Reduktion I_{Re} und Informations-Produktion I_{Pr} erhält man durch Subtraktion zweier unmittelbar aufeinander folgender Informationseinheiten, z.B. $I_1 - I_2$. Auf dieser Basis ist einmal eine qualitative Aussage, z.B. daß es sich um Informations-Konservation handelt, und zum anderen eine Quantitative Aussage, z.B. darüber, wieviel Information im Mittel erhalten bleibt, möglich.

Aufgaben, die durch 2 relevante Informations-Einheiten I_1 und I_2 (unter dem genannten Aspekt) gekennzeichnet sind, lassen sich einer der drei Kategorien zuordnen und die entsprechenden Aussagen machen. Z.B.: für Item 5 'Symbole durchstreichen' ist Informations-Reduktion charakteristisch.

Es treten jedoch auch 'Mischformen' auf - besonders bei komplexeren Items - wie z.B. der "Zahlen-Symbol-Test".

Werden die Informations-Einheiten einer Aufgabenstellung quantitativ definiert, wie oben besprochen, so ist damit gemeint, daß ihr 'absoluter' Informationsbetrag bestimmt wird. Darüber hinaus könnten jedoch auch jeweils der 'maximale' Informationsbetrag und die 'Redundanz erster Ordnung' berechnet werden. Auf Einführung von 'Redundanzen höherer Ordnung' wurde bei Auswahl und Konstruktion der Informationsverarbeitungs-Items von vorneherein explizit verzichtet.

Es werden also folgende operationale Indizes bestimmt:

- die relevanten Informationseinheiten jeder Aufgabe bezüglich ihrer mittleren 'absoluten' Information; die Definition von mittlerer 'maximaler' Information oder 'Redundanz erster Ordnung' erbringt für das gegebene Itemmaterial kaum zusätzliche Information - hierfür hätte nur um den Preis einer wesentlichen Erweiterung des Itempools oder einer Nichtberücksichtigung anderer Untersuchungsaspekte die Voraussetzung geschaffen werden können;
- als Summe der relevanten Informationseinheiten jeder Aufgabe die mittlere Gesamtinformation;
- bei Aufgaben mit wenigstens 2 relevanten Informationseinheiten die Beziehung zwischen je zwei benachbarten Informationseinheiten unter qualitativem Aspekt als Art der Informationsverarbeitung und unter quantitativem Aspekt als absoluter Informationsbetrag.

Nachdem informationstheoretische Indizes zur Charakterisierung der Items festgelegt worden sind, geht es jetzt darum, für die Beschreibung von Testreaktionen auf diese Items geeignete Parameter zu finden.

Hier bieten sich einmal das arithmetische Mittel und die Streuung als Parameter für die Verteilung der Probandenreaktionen pro Item an.

Außerdem können sich itemspezifische Einflüsse auf die Test-Scores in den Korrelationen zwischen den betreffenden Datenverteilungen manifestieren und damit auch in der Position einer Aufgabe innerhalb der Faktorenstruktur ihren Ausdruck finden.

Die hier zu überprüfenden Einflüsse von informationstheoretischen Item-Eigenschaften auf das Testverhalten von Probanden sollten sich also in Mittelwert, Streuung und möglicherweise in der Korrelation zwischen Test-Score-Verteilungen bzw. in der Faktorenstruktur manifestieren.

Quantitativ-informationstheoretische Charakterisierung der Aufgaben

Ad Hypothese IV

Die Gesamtuntersuchung wurde relativ 'breit' angelegt. Hieraus resultiert zwangsläufig die Notwendigkeit, ökonomischen Gesichtspunkten Rechnung zu tragen, wo immer es möglich und vertretbar ist. In Konsequenz dieses Prinzipes sollten in die folgende Analyse nur die 35 Variablen einbezogen werden, die innerhalb der Faktorenstruktur des Datenmaterials mit Ladungen von mindestens .50 vertreten sind. Dieses Vorgehen erscheint insofern zulässig, als die genannten 35 Variablen als hinreichend repräsentativ für die Gesamtheit der Experimentalvariablen gelten können, und da eine Überprüfung der intendierten Fragestellungen gerade in bezug auf diese, die Leistungsstruktur, markierenden Variablen von besonderer Bedeutung ist.

Im vergangenen Auswertungsabschnitt zu Hypothese III wurde diskutiert und aufgewiesen, wie wichtig die Berücksichtigung der verschiedenen Phasen des Prozesses, den die Bearbeitung einer Aufgabenstellung erfordert, für eine informationstheoretische Item-Charakterisierung ist. Aus diesem Grund erscheint es auch sinnvoll, die Abfolge, in der die einzelnen Items bezüglich informationstheoretischer Indizes behandelt werden sollen, am Aufbau der Aufgaben - vom Einfachen zum Komplexeren hin - zu orientieren.

Item 8 'Ziffern reproduzieren'

Item 9 'Buchstaben reproduzieren'

P I, A 6

F I, A 7

Name:

1009210069489533

eaag1eaacgufgboo

Beide Aufgaben besitzen eine einzige Informations-Einheit I_1 , die als Stimulus-Angebot zu identifizieren ist, damit obligatorisch in das Kurzzeitgedächtnis eintritt, und möglichst rasch motorisch realisiert werden soll.

I_1 ist hier gleich der Gesamtinformation I_G : $I_1 = I_G = 3.32$ bit.

Bezüglich der Aufgaben 'Buchstaben reproduzieren' wurde ursprünglich die Möglichkeit in Betracht gezogen, daß für die Probanden nicht das auf 10 Buchstaben 'begrenzte Buchstaben-repertoire' sondern das Alphabet als Bezugsrepertoire relevant sein könnte, und damit auch ein anderes Informationsangebot. Diese Möglichkeit hat jedoch unter den gegebenen Versuchsbedingungen keine Wirksamkeit erlangt (siehe S.

Da die Gesamtinformation nur eine Informationseinheit umfaßt, ist es nicht möglich, die Relation zwischen je zwei benachbarten Informationseinheiten zu bilden.

Die motorische Realisation von Elementen aus dem Kurzzeitspeicher wird per Festlegung nicht als eigene Informationseinheit berücksichtigt.

Die durchschnittliche, absolute Gesamtinformation I_G ist hier gleich der maximalen Gesamtinformation, weil alle Stimuluselemente gleiche Auftrittswahrscheinlichkeit besitzen. Infolgedessen ist auch die mittlere Redundanz $R = 0$.

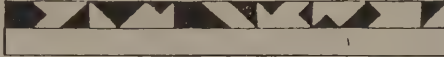
Item 3 'Symbole reproduzieren'

FI, A2

NAME: Testblatt



Übungserhe:



Vom formalen Aufbau her ist Item 3 mit den beiden vorstehenden Aufgaben identisch; das Spezifikum ihnen gegenüber ist der Elementen-Typ: Symbole.

Das Stimulusangebot besteht aus 10 verschiedenen Symbolen mit gleicher Auftrittswahrscheinlichkeit. Die Informations-einheit I_1 besäße demnach eine mittlere Information von $I_1 = 3.32$ bit.

Eine Besonderheit der Reizvorlage ist jedoch, daß zwischen benachbarten Symbolen kein Zwischenraum vorhanden ist. Dadurch wird erschwert, die einzelnen Elemente zu identifizieren, das bedeutet: Der Informationsgehalt der Testvorlage wird größer. Die Differenzierung und damit auch die Identifizierung sind vor allem dann schwerer, wenn schwarze bzw. weiße Sektoren benachbarter Symbole ineinander übergehen. Diese 'Erschwernis' tritt im Durchschnitt in 5,2 von 10 Fällen auf. Der Proband hat jeweils zu entscheiden, wo die Grenze zwischen dem voranstehenden und dem nächstfolgenden Element liegt. Er darf sie für sich weder zu weit links noch zu weit rechts in der Zeile markieren, d.h. das nächstfolgende Element weder zu schmal noch zu breit einschätzen.

Geht man von den Formen der 10 Symbole aus, so kommen wohl als wahrscheinliche, 'falsche' Alternativen zur korrekten Grenze zwischen benachbarten Elementen nur Verlegungen um eine halbe Symbolbreite nach links oder rechts in Frage.

Nimmt man weiter an, daß für einen Probanden mit Sicherheit in den allermeisten Fällen nur eine der beiden 'falschen' Alternativen in Betracht kommt, so kann als wahrscheinlich gelten, daß die korrekte Festlegung der Grenze zwischen 2 benachbarten Symbolen mit ineinander übergehenden schwarzen bzw. weißen Sektoren ungefähr einer Informationsverarbeitung von 1 bit entsprechen dürfte.

Unter dieser Voraussetzung beträgt die mittlere Information I_1 bei Item 3 nicht 3.32 bit, sondern 3.84 bit.

Die Überprüfung der bearbeiteten Testbögen zeigt, daß ein Teil der Versuchspersonen spontan bei der Aufgabe 'Symbole reproduzieren' Trennstriche zwischen benachbarten Elementen gezogen hatte. Auch die anderen Annahmen bezüglich der 'wahrscheinlichen', 'falschen' Alternativen fanden per inspektionem Bestätigung. Eine gesonderte experimentelle Absicherung der genannten Überlegungen mußte auf Grund ökonomischer Begrenzungen unterbleiben.

Die Aufgaben 'Ziffern reproduzieren' und 'Buchstaben reproduzieren' umfassen nur eine Informationseinheit I_1 , das Stimulusangebot.

Die einzelnen Stimuli sollen unmittelbar nachdem sie identifiziert sind, motorisch realisiert werden.

Bei der Aufgabe 'Symbole reproduzieren' ist das Repertoire der zusammenhängenden Stimuli in ein diskretes Elementen-reperoire I_2 , die schematische Repräsentation der Symbole zu transformieren. Die Elemente dieses zweiten Symbol-Repertoires, das jeweils am Kopf einer Testvorlage abgedruckt ist, sind motorisch wiederzugeben. Die mittlere Information beträgt: $I_2 = 3.32$.

Die Gesamtinformation ist also bei Item 3: $I_G = I_1 + I_2$.

Vergleicht man beide Symbol-Repertoires, so ist die Annahme nicht von der Hand zu weisen, daß möglicherweise zwischen einander entsprechenden Elementen eine 'bedingte Abhängigkeit' in Form von Ähnlichkeit besteht, beide Repertoires Information übereinander beinhalten.

Voraussetzend, einen allenfalls nur geringen Fehler in Kauf zu nehmen, wird hier trotzdem von der Eigenständigkeit beider Repertoires ausgegangen. Eine eigene Untersuchung, um den Grad der Ähnlichkeit und damit an gemeinsamer Information abzuklären, hatte im Rahmen dieser Arbeit keinen Raum.

Als Hinweis auf die Eigenständigkeit der Informations-Einheit I_2 kann die Beobachtung gewertet werden, daß eine Reihe von Probanden eingangs trotz entsprechender Instruktion die schematische Repräsentation der Symbole nicht verwendeten; diese Personen wollten sich offensichtlich den zusätzlichen Informationsverarbeitungsschritt ersparen.

Die mittlere Gesamtinformation beträgt unter dieser Voraussetzung: $I_G = I_1 + I_2 = 3.84 + 3.32 = 7.16$ bit.

Da $I_1 - I_2 = 3.84 - 3.32 = 0.52$ bit ist, bedeutet die Transinformierung der Symbole in ihre schematischen Repräsentationen eine Informations-Reduktion von $I_{\text{Red}} = 0.52$ bit.

- Item 11 'Modifizierter Mosaiktest (4)/4-Felder-Muster,
mit Elementenzwischenraum
- Item 1 'Modifizierter Mosaiktest (16)/16-Felder-Muster,
mit Elementenzwischenraum

F1, A13₂

NAME: _____ Testvorlage



Übungs-
beispiele:



F1, A1₂

NAME: _____ Testvorlage



Übungsbeispiel:



Item 11 und Item 1 unterscheiden sich von Aufgabentyp 3 in 3 Punkten:

- die Stimuli, Symbole, sind in Mustern angeordnet;
- die schematische Wiedergabe der Symbole hat auf ein separates Antwortblatt zu erfolgen;
- zwischen benachbarten Stimuli besteht ein Zwischenraum.

Der mittlere Informationsgehalt der diskreten Stimuli beträgt: $I_1 = 3.32$ bit.

Die als Testreize applizierten Symbole sind - in gleicher Weise wie bei Item 3 - in das schematische Symbol-Repertoire zu übertragen.

Dieses zweite Symbol-Repertoire besitzt einen durchschnittlichen Informationsgehalt von $I_2 = 3.32$ bit.

Die schematischen Symbole sind motorisch zu realisieren.

Die Charakteristika einer Anordnung der Stimuli und der Responses auf einem separaten Antwortblatt in quadratische Muster haben nur theoretisch unter dem Aspekt der Informationsverarbeitung Bedeutung (vergl. S. 219); sie dürften aber bei umfangreicheren und komplexeren Anordnungen sowie bei längeren Bearbeitungszeiten empirische Relevanz erlangen.

Als Gesamtinformation resultiert:

$$I_1 + I_2 = 3.32 + 3.32 = 6.64 \text{ bit.}$$

Da für beide Items $I_1 = I_2 = 3.32 \text{ bit}$ gilt, ist der spezifische Informationsverarbeitungsprozeß in beiden Fällen als Informations-Konservation zu qualifizieren.

Item 12 'Modifizierter Mosaiktest (4)/4-Felder-Muster, ohne Elementenzwischenraum

Item 2 'Modifizierter Mosaiktest (16)/16-Felder-Muster, ohne Elementenzwischenraum

F1, A 13_c

NAME:

Testvorlage



Übungs-
beispiele:



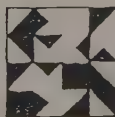
F1, A1_c

NAME:

Testvorlage



Übungsbeispiele:



Zum Unterschied zu den Aufgabentypen 1 und 11 sind bei den Items 2 und 12 benachbarte Symbole als Stimuli nicht gegeneinander abgegrenzt, d.h. die weißen bzw. schwarzen Sektoren benachbarter Symbole können ineinander übergehen.

Wie bei Item 3 erfordert diese Eigenart zusätzliche Informationsverarbeitung: Der Proband hat zu entscheiden, wo die Grenze zwischen einem zu identifizierenden Symbol und den unmittelbar angrenzenden Symbolen anzusetzen ist.

Aufgrund der oben angeführten (Seite 323) Überlegungen kann angenommen werden, daß die korrekte Abgrenzung zweier benachbarter Symbole, deren weiße bzw. schwarze Sektoren ineinander übergehen, einer Informationsverarbeitungsleistung von ca. 1 bit entspricht.

Bei systematischem Vorgehen der Probanden ist diese Abgrenzung - bedingt durch die Anordnung der Symbole in einem quadratischem Muster - jeweils zu dem nach rechts und zu dem nach unten anzuschließenden Symbol hin vorzunehmen.

So ergibt sich für Item 2, also bei Anordnung der Symbole in einem 16-Felder-Muster, eine zusätzliche Informationsverarbeitung von $I = 2 \times 0.75 \times 0.52 = 0.78$ bit.

Differenzierung und Identifizierung des Symbols verlangen demnach eine mittlere Informationsverarbeitung von $I_1 = 0.78 + 3.32 = 4.10$ bit.

Analog errechnet sich als mittlere Information I_1 für Item 12: $I_1 = 2 \times 0.5 \times 0.52 + 3.32 = 3.84$ bit.

Bei beiden Aufgaben ist das Repertoire der Stimulus-Symbole mit der mittleren Information I_1 in ein Repertoire schematischer Symbole mit der Information I_2 zu transformieren. Das Repertoire schematisch dargestellter Symbole ist identisch mit dem für die Aufgabentypen 1 und 11 verwendeten. Unter den oben angeführten Voraussetzungen beträgt seine durchschnittliche Information bei Item 2 und bei Item 12 wiederum $I_2 = 3.32$ bit.

Als Gesamtinformation errechnet sich für Item 2:

$$I_G = 4.1 + 3.32 = 7.42 \text{ bit.}$$

Die additive Beziehung (Differenz) zwischen I_1 und I_2 beträgt: $I_1 - I_2 = 4.1 - 3.32 = 0.78 \text{ bit.}$

Es findet also eine Informationsreduktion um $I_{\text{Red}} = 0.78 \text{ bit}$ statt

Für Item 12 ergibt sich analog:

$$I_G = 3.84 + 3.32 = 7.16 \text{ bit}$$

$$I_{\text{Red}} = I_1 - I_2 = 3.84 - 3.32 = 0.52 \text{ bit.}$$

Item 24 'Buchstaben durchstreichen/beschränktes Buchstaben-repertoire'

F III, A 3

Testblatt

Name:

1

7010743709457717555472572594223607788606

Das Stimulusangebot dieses Aufgabentyps besteht in einer Zufallsfolge von Elementen. Die Elemente entstammen einem Repertoire von 10 Buchstaben. Ein vorweg festgelegter Buchstabe besitzt die Auftrittswahrscheinlichkeit $1/4$, die restlichen 9 Buchstaben treten insgesamt mit einer Wahrscheinlichkeit von $3/4$ auf, wobei diesen 9 Elementen gleiche Wahrscheinlichkeiten zukommen.

Somit beträgt die mittlere Information des Stimulusangebotes: $I_1 = 3.19 \text{ bit.}$

Er liegt um den Redundanzbetrag $R = .13$ unter der maximalen Information bei Gleichverteilung.

Die Stimulusinformation soll von den Probanden auf ein Repertoire von 2 Symbolen übertragen werden, indem einem definierten Buchstaben durchgehend ein und dasselbe, vorbestimmte Symbol zugeordnet wird und allen restlichen 9 Buchstaben durchgehend das andere Symbol.

Der durchschnittliche Informationsgehalt kann für das Symbol-Repertoire (mit Umfang $U = 2$) als $I_2 = 0.81$ bit angegeben werden.

Die resultierende Symbolfolge wird motorisch realisiert.

Die mittlere Gesamtinformation konstituiert sich folgendermaßen: $I_G = I_1 + I_2 = 3.19 + 0.81 = 4.00$ bit.

Die Differenz $I_1 - I_2 = 2.38$ bit zeigt, daß die Transinformation der gegebenen Buchstabenfolge in eine Symbolfolge, also Stimulusfolge in die Responsefolge, unter den genannten Voraussetzungen eine Informationsreduktion darstellt. Die durchschnittliche Reduktion pro Stimuluselement beträgt $I_{\text{Red}} = 2.38$ bit.

Item 5 'Symbole durchstreichen/ mit Elementenzwischenraum'

Fl, A 4₂

NAME:

Testblatt



Übungsreihe:



Bei dieser Aufgabe setzt sich das Stimulusangebot aus einer Folge von Elementen zusammen, die einem Repertoire von 10 Symbolen entstammen. Benachbarte Symbole in der Abfolge sind deutlich gegeneinander abgegrenzt.

Abgesehen von dem unterschiedlichen Elemententyp der Stimuli sind die Items 5 und 24 gleich, auch bezüglich der Häufigkeiten bzw. Wahrscheinlichkeiten von Elementen.

Infolgedessen sind auch die informationstheoretischen Kennwerte beider Aufgaben identisch.

$$I_1 = 3.19 \text{ bit}$$

$$I_{\text{Red}} = 2.38 \text{ bit}$$

$$I_2 = 0.81 \text{ bit}$$

$$R = 0.13 \text{ bit}$$

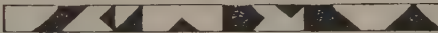
$$I_G = 4.00 \text{ bit}$$

Item 4 'Symbole durchstreichen'

FI, A 3

NAME: _____ Testblatt

Übungsreihe:



Die Stimuli entstammen wiederum dem obengenannten Repertoire von 10 Symbolen. Alle 10 Symbole haben gleiche Auftrittswahrscheinlichkeit. Zwischen benachbarten Symbolen in der Stimulusfolge existieren keine besonderen Abgrenzungen, d.h. weiße bzw. schwarze Sektoren benachbarter Symbole können ineinander übergehen.

Als mittlerer Informationsgehalt pro Stimulus ergibt sich also: $I_1 = 3.32 + 0.52 = 3.84 \text{ bit}$ (vergl. S.

Das Stimuluselement ist wie bei Aufgabentyp 24 und 5 einem Symbol-Repertoire des Umfanges $U = 2$ zuzuordnen. Der Zuordnungsmodus beinhaltet, daß ein vorweg festgelegtes Stimuluselement durchweg ein und demselben der beiden Responsesymbole zuzuordnen ist, die restlichen 9 Stimuluselemente durchweg dem anderen.

Für die resultierende Folge von Responseelementen errechnet sich (bei korrekter Beachtung des Zuordnungsmodus) ein durchschnittlicher Informationsbetrag von $I_2 = 0.47 \text{ bit}$.

Die insgesamt zu verarbeitende Information beträgt:

$$I_G = I_1 + I_2 = 3.84 + 0.47 = 4.31 \text{ bit.}$$

Der erforderliche Informationsbearbeitungsprozeß ist in Anbetracht der Beziehung $I_{\text{Red}} = I_1 - I_2 = 3.37 \text{ bit}$ als Informationsreduktion zu klassifizieren.

Item 10 'Symbolaggregate durchstreichen/ mit Elementen-
zwischenraum'

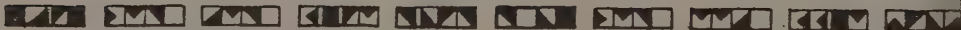
Item 22 'Gleiche Zahlen'

Item 25 'Gleiche Silben/beschränktes Buchstabenrepertoire'

FI, A10₂

NAME:

Testblatt



F III, A 1

Testblatt

Name:

4372

4372 6114 5174 3820 3147 4372 9609 1516 5438 7784

F III, A 6

Testblatt

Name:

uefo

uefo qeeu bedu ofia oend uefo goag ebec buof ddfu

Die drei Aufgaben 10, 22 und 25 können gemeinsam behandelt werden, da ihre informationstheoretischen Parameter gleich sind. Bei ihnen bilden - anders als bei den vorstehend angesprochenen Items - nicht Einzelelemente, sondern Kombinationen von je 4 Elementen die Stimuli.

Besäßen alle Stimuli gleiche Auftrittswahrscheinlichkeit, betrüge die Information pro Stimulus $\bar{H}_{\max} = 13.29$ bit. Da aber das 'gleiche Zeichen', die 'gleiche Zahl' und die 'gleiche Silbe' jeweils mit einer relativen Häufigkeit von $1/4$ und die restlichen 9999 Elementen-Kombinationen insgesamt jeweils mit einer relativen Häufigkeit von $3/4$ auftreten, errechnet sich formal als durchschnittliche Stimulusinformation:

$$\bar{H}(x) = 10.78 \text{ bit} \quad / \text{ Redundanz} = 2.51.$$

Man darf davon ausgehen, daß die Probanden nicht in jedem Fall die ganze Elementen-Kombination identifizieren, sondern versuchen, ökonomischer vorzugehen. Der Proband beachtet zunächst nur 1 Element - aufgrund der besseren Differenzierbarkeit wohl meist das erste oder das vierte. Stellt er fest, daß es nicht identisch ist mit dem entsprechenden Element der Vergleichskombination, so kann er bereits jetzt zu dem Urteil 'ungleich' kommen und entsprechend reagieren.

Die anderen drei Teilelemente, z.B. die zweite, dritte und vierte Ziffer einer vierstelligen Zahl, braucht er nicht mehr erst zu überprüfen. Nur bei den Element-Kombinationen, bei denen die Beurteilung des ersten Elementes 'gleich' lautet, werden auch das zweite Element und gegebenenfalls auch das dritte und vierte beachtet. Bei diesem systematischen und damit ökonomischen Vorgehen vermindert sich die durchschnittlich zu verarbeitende Stimulusinformation auf $I_1 = 5.76$ bit.

$$(I_1 = 2.14 + 0.325 \times 3.14 + 0.258 \times 3.14 + 0.251 \times 3.14 = 5.76 \text{ bit})$$

Redundanz-Nutzung: 5.02 bit.

In welchem Grad die Probanden tatsächlich in der beschriebenen Weise ökonomisch vorgehen, läßt sich unter Umständen anhand der Testdaten abschätzen. Bereits jetzt läßt sich sagen, daß die tatsächlich realisierte, mittlere Informationsverarbeitung sicher eher bei 5.76 bit, als bei 10.78 bit liegt.

Die beiden Reizelemente realisieren eine Häufigkeitsverteilung von $1/4$ zu $3/4$. Somit beträgt der durchschnittliche Informationsgehalt des Stimulusangebotes jeweils:
 $I_1 = 0.81 \text{ bit.}$

Die durch die Ungleichverteilung bedingte Redundanz ist demnach: $R = 0.19 \text{ bit.}$

Jedes Stimuluselement wird vom Probanden identifiziert und nach einem definierten Modus einem Repertoire von 10 Buchstaben, Symbolen oder Ziffern als Responseelementen zugeordnet. Auf diese Weise kommt einem bestimmten, vorher festgelegten Responseelement allein die Auftrittswahrscheinlichkeit $1/4$, den restlichen 9 Elementen zusammen die Auftrittswahrscheinlichkeit $3/4$ zu. Der mittlere Informationsgehalt dieser zweiten Informationseinheit kann mit $I_2 = 3.19 \text{ bit}$ angegeben werden. Dieser Wert basiert auf der Annahme, daß die Probanden die restlichen 9 Elemente mit gleichen Häufigkeiten produzieren. Einige wenige offensichtliche Abweichungen werden bereits bei der Auswertung entsprechend korrigiert. Die im Rahmen des Zuordnungsprozesses angesprochenen Responseelemente werden kurzfristig im Gedächtnis gespeichert und motorisch realisiert. Als mittlere Gesamtinformation resultiert bei diesen 3 Aufgaben: $I_G = I_1 + I_2 = 4 \text{ bit.}$

Die Beziehung $I_1 - I_2 = - 2.38 \text{ bit}$ läßt diesen Item-Typ unter die Informations-Produktions-Aufgaben einordnen. Die durchschnittliche Informations-Produktion beträgt $I_{\text{Prod.}} = 2.38 \text{ bit.}$

- Item 14 'Silben produzieren/beschränktes Buchstaben-repertoire'
 Item 17 'Symbolaggregate produzieren'
 Item 20 'Zahlen produzieren'

F II, A 2	Name:	Testblatt
a) 0, - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9		<u>8749</u>
b) a, - e, i, o, u, b, c, d, f, g		<u>fdug</u>
c) a,-b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z		<u>zrak</u>
d) III, - O, P, B, ▽, 4, 4, ▽, P, Δ		<u>P▽▽Δ</u>
- - - + - + - + - -		
- + - + - - - - + +		

Diese 3 Aufgaben sind bezüglich ihres informationstheoretisch relevanten, strukturellen Aufbaus gleich. Von der vorstehenden Item-Gruppe 13, 16 und 19 unterscheiden sie sich durch ihr Responserepertoire.

Das Stimulusangebot ist für beide Aufgabengruppen daselbe. Demnach ist auch hier $I_1 = 0.81$ bit.

Die einzelnen Reize sind einem Repertoire von Responses zuzuordnen. Die Responseeeinheiten setzen sich jede aus 4 Elementen, d.h. Buchstaben, Symbolen oder Ziffern zusammen. Das Responserepertoire hat daher einen Umfang $U = 10.000$.

Der Zuordnungs- bzw. Produktionsmodus bedingt für die Responseeeinheiten eine Häufigkeitsverteilung von $1/4$ für eine konkrete festgelegte Einheit und von $3/4$ für die Gesamtheit der restlichen 9999 Kombinationen.

Dabei wird vorausgesetzt, daß die Probanden die restlichen 9999 Kombinationen mit weitgehend gleicher Häufigkeit einsetzen. Einige von der Anzahl her irrelevante, offensichtliche Abweichungen von dieser Regel wurden im Rahmen der Auswertung angemessen interpoliert.

Als durchschnittliche Responseinformation läßt sich angeben: $I_2 = 10.78$ bit.

Die bei den Reduktions-Items 10, 22 und 25 angenommene besondere Redundanz-Nutzung durch die Probanden, die den tatsächlich zu verarbeitenden Informationsbetrag herabsetzen würde, ist hier nicht möglich. Andererseits muß davon ausgegangen werden, daß das Produzieren von 4-gliedrigen Informationseinheiten für die hier verwendeten 3 Elemententypen unterschiedlich gut eingeübt ist. So besteht speziell beim 'Silben produzieren' die Möglichkeit Redundanz zu schaffen, indem man für eine Kombination von 4 Buchstaben eine einzige verbale Bezeichnung gebraucht. Inwieweit elementenspezifische Vorerfahrung und Vorübung informationsreduzierend wirksam werden, kann, solange keine spezielle Versuchsanordnung zur Verfügung steht, nur auf Grund der jeweiligen Leistungsmenge für sonst gleiche Items verschiedenen Elemententyps abgeschätzt werden.

Die für diesen Aufgabentypus relevante Gesamtinformation ist: $I_G = I_1 + I_2 = 11.59$ bit.

Bringt man die beiden hier wirksamen Informationseinheiten I_1 und I_2 zueinander in Beziehung, ergibt sich: $I_1 - I_2 = - 9.97$ bit.

Item 14, 17 und 20 sind also den Informations-Produktions-Aufgaben einzureihen.

Die mittlere Informations-Produktion pro Stimulus-Response-Verbindung ist: $I_{\text{Prod}} = 9.97$ bit.

- Item 15 'Silben erfinden/beschränktes Buchstaben-repertoire'
Item 18 'Symbolaggregat erfinden'
Item 21 'Zahlen erfinden'

P II, A 3

Antwortblatt

Name:

- a) 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
b) a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q,
r, s, t, u, v, w, x, y, z
c) s, e, i, o, u, b, ö, d, f, g
d) m O ▽ ▽ ▽ ▽ ▽ ▽ ▽ ▽

Als Reizvorlage sind bei diesen Aufgaben die Zeilen gegeben, auf die die entsprechenden Responseelemente zu realisieren sind. Die Zeilen setzen sich aus Gruppen von je 4 waagrechten, kurzen Strichen zusammen. Dieses 'Stimulus-Angebot' gibt zwar an, wo die Responseelemente zu markieren sind, beinhaltet aber keinerlei für die eigentliche Aufgabenlösung bzw. den eigentlichen Informationsverarbeitungsprozeß relevante Information.

Um bei der Bestimmung der informationstheoretischen Parameter der Items 15, 18 und 21 formal genauso zu verfahren wie bei den bereits diesbezüglich abgehandelten Aufgaben, wird auch hier die Reizvorlage als eine erste Informationseinheit aufgefaßt: $I_1 = 0.0 \text{ bit}$.

Der eigentliche Informationsverarbeitungsprozeß besteht in der Auswahl von 4-stelligen Elementenaggregaten aus einem persönlichen Repertoire 4-stelliger Kombinationen eines bestimmten Elemententyps, d.h. von Buchstaben, Symbolen oder Ziffern. Die jeweils gewählte 'Silbe', das 'Symbolaggregat' oder die 'Zahl' tritt in das Gegenwarts-gedächtnis ein und wird unmittelbar anschließend motorisch realisiert.

Der Proband soll Elementen-Kombinationen 'erfinden', bei denen das erste und das vierte Element vorweg festgelegt sind, das zweite und das dritte Element aber einem Repertoire des Umfangs $U = 10$ entnommen sind. Für die zweite und die dritte Position sind insgesamt 100 verschiedene 2-stellige Elementen-Kombinationen möglich. Diese sollen laut Testinstruktion in zufälliger Reihenfolge und mit gleichen Auftrittshäufigkeiten realisiert werden. Sie repräsentieren einen mittleren Informationsgehalt von $I = 6.64$ bit.

In bezug auf mögliche Redundanzausnutzung bzw. -schaffung gilt analog, was für die Aufgabentypen 14, 17 und 20 angesprochen wurde.

Bei der ersten und der vierten Elementenposition kann man wohl davon ausgehen, daß der Proband jeweils ad hoc entscheidet, welches der beiden für diese Position vorgesehenen Elemente zu realisieren ist. Dies entspricht einer Informationsverarbeitungsleistung von 1 bit.

Der mittlere Informationsgehalt I_2 beträgt somit $6.64 \text{ bit} + 1 \text{ bit} = 7.64 \text{ bit}$.

Als mittlere Gesamtinformation, die zu verarbeiten ist, resultiert: $I_G = I_1 + I_2 = 7.64 \text{ bit}$.

Die Beziehung $I_1 - I_2 = - 7.61 \text{ bit}$ zeigt, daß die Aufgaben 15, 18 und 21 Informations-Produktions-Items sind.

Die durchschnittliche Informations-Produktion beträgt:

$I_{\text{Prod}} = 7.64 \text{ bit}$.

Item 6 'Symbol-Ziffern-Test'

F 1, A 5_z

NAME 1

Testblatt



Übungsreihe 1



Den Probanden werden mehrere Reihen von Symbolen als Stimuli schriftlich vorgegeben. Die Stimuluselemente haben alle gleiche Auftrittswahrscheinlichkeit und entstammen einem Repertoire des Umfangs $U = 10$. In einem ersten Bearbeitungsschritt sollen die Versuchspersonen jeweils einen Stimulus identifizieren (und kurzfristig speichern).

Der mittlere Informationsgehalt eines Stimuluselementes bzw. der ersten Informationseinheit beträgt daher:

$$I_1 = 3.32 \text{ bit.}$$

Der identifizierte Stimulus, ein Symbol, soll nun einer entsprechenden Ziffer einer zweiten Informationseinheit zugeordnet werden. Zu diesem Zweck sucht der Proband das identifizierte Element innerhalb des im Kopf des Testblattes als Reihe wiedergegebenen Repertoires auf. Die Position eines bestimmten Symbols in einer Reihe von 10 Symbolen jeweils zu erkennen, stellt selber eine Informationsverarbeitungsleistung dar. Auf Grund von Interviewergebnissen mit einer Zufallsauswahl von Versuchspersonen (10 Versuchspersonen) kann davon ausgegangen werden, daß ein Proband nicht zwischen 10 Positionen wählt, sondern im Durchschnitt nur zwischen 3 Positionen entscheidet. Es wird also bereits erworbene Information genutzt, was bedeutet, daß Reihenfolge Redundanz beinhaltet.

Die Bestimmung der Position eines identifizierten Stimulus-Symbols in einer Reihe von 10 verschiedenen Symbolen entspricht demnach einer Informationsverarbeitung von $I_2 = 1.58 \text{ bit}$.

Jedem der 10 Symbole ist direkt eine der 10 Ziffern zugeordnet. Die Identifikation einer Ziffer entspricht einer Informationsverarbeitung von $I_3 = 3.32 \text{ bit}$. Die mit einem Stimulus-Symbol assoziierte Responseziffer wird ins Gegenwartsgedächtnis aufgenommen und möglichst rasch motorisch realisiert.

Die drei genannten Informationseinheiten addieren sich zu einer Gesamtinformation von $I_G = I_1 + I_2 + I_3 = 8.22 \text{ bit}$, die bei der Auseinandersetzung mit Aufgabe 6 'Symbol-Ziffern-Test' zu bearbeiten ist.

Setzt man die drei Informationseinheiten paarweise zueinander in Beziehung, so ergibt sich folgendes Bild:

$$I_1 - I_2 = 1.74 \text{ bit}$$

$$I_2 - I_3 = -1.74 \text{ bit}$$

$$I_1 - I_3 = 0.00 \text{ bit}$$

Die Zuordnung der ersten Informationseinheit zur zweiten, d.h. eines Stimulus-Symbols zu seiner Position in Reihe des 10er-Repertoires, bedeutet eine Informationsreduktion um 1.74 bit.

Der Übergang von der zweiten zur dritten Informationseinheit, d.h. von einer bestimmten Position zu einer bestimmten Response-Ziffer, bewirkt eine Informationsproduktion von 1.74 bit.

Die Transinformation der Stimulusinformation in die Responseinformation - sie erfolgt über eine Zwischenstufe - verändert also den Informationsbetrag nicht.

Aufgabentyp 6 kann daher in die Kategorie der Informations-Erhaltungs-Aufgaben eingereiht werden.

Anders als bei den bisher beschriebenen Items dieser Kategorie konstituiert sich hier der Informations-Verarbeitungsprozeß aus 2 Phasen bzw. beinhaltet 3 Informationseinheiten.

Item 27 'Ziffern-Buchstaben-Test'

F III, A 8 Testblatt NAME: _____

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
u	e	f	l	g	c	d	o	b	a

5	8	3	6	0	1	9	7	7	8	9	8	7	5	9	7

Der 'Ziffern-Buchstaben-Test' verwendet gegenüber dem 'Symbol-Ziffern-Test' Ziffern statt Symbolen als Stimuli und Buchstaben statt Ziffern als Response. Beide Aufgaben besitzen jedoch den gleichen strukturellen Aufbau.

Als durchschnittliche Stimulusinformation errechnet sich:
 $I_1 = 3.32 \text{ bit}.$

Es kann davon ausgegangen werden, daß die Reihenfolge der 10 Ziffern von 0 bis 9 bei allen Probanden sehr gut überlernt ist. Trotzdem ergaben sich in dem bereits zitierten Interview relevante Hinweise darauf, daß Probanden beim raschen Aufsuchen der Position einer bestimmten Ziffer innerhalb der Ziffernfolge durchschnittlich zwischen zwei Alternativen wählen müssen.

Das Auffinden der Position einer Ziffer in der Gesamtfolge entspricht daher im Mittel einer Informationsverarbeitungsleistung von $I_2 = 1 \text{ bit}.$

Es handelt sich hier wie auch bei Item 6 um einen Schätzwert, der jedoch den notwendigen Anforderungen vollaufgenügt.

Die durchschnittliche Response-Information kann wie für Aufgabe 6 mit $I_3 = 3.32 \text{ bit}$ angegeben werden.

Die Gesamtinformation beträgt: $I_G = I_1 + I_2 + I_3 = 7.64 \text{ bit}.$

Die Vergleiche zwischen den drei Informationseinheiten zeigen:

$$I_1 - I_2 = 2.32 \text{ bit}$$

$$I_2 - I_3 = - 2.32 \text{ bit}$$

$$I_1 - I_3 = 0.00 \text{ bit}$$

Es bestehen geringe quantitative Unterschiede zu den Vergleichswerten beim 'Symbol-Ziffern-Test'; die Kennzeichnung des Informationsverarbeitungsprozesses fällt aber völlig gleichartig aus:

Der Übergang von I_1 zu I_2 bewirkt eine Informationsreduktion, die Zuordnung von I_2 zu I_3 eine Informationsproduktion.

Da die Transformation der Stimulus- in die Response-Information den Informationsbetrag nicht verändert, ist Variable 27 den Informations-Erhaltungs-Aufgaben zuzuordnen.

Item 33 'Silben merken (2)/2-stellige Buchstaben-aggregate'

Item 40 'Zahlen merken (2)/2-stellige Zahlen'

M Antwortblatt

Buchstaben M

Name:

A 1 Folgende Buchstabenpaare wurden gezeigt:

<u>if</u>	<u>de</u>	<u>ui</u>	<u>og</u>	<u>fd</u>	<u>cb</u>	<u>gl</u>	<u>bf</u>	<u>uu</u>	<u>do</u>
<u>oi</u>	<u>gd</u>	<u>bo</u>	<u>ie</u>	<u>dc</u>	<u>eu</u>	<u>cl</u>	<u>fb</u>	<u>oo</u>	<u>di</u>
<u>cf</u>	<u>ug</u>								

M Antwortblatt

Zahlen M

Name:

A 1 Folgende Zahlen wurden gezeigt:

<u>28</u>	<u>71</u>	<u>42</u>	<u>39</u>	<u>87</u>	<u>65</u>	<u>92</u>	<u>58</u>	<u>44</u>	<u>73</u>
<u>32</u>	<u>97</u>	<u>53</u>	<u>21</u>	<u>76</u>	<u>14</u>	<u>62</u>	<u>85</u>	<u>72</u>	<u>33</u>
<u>68</u>	<u>49</u>								

Den Probanden wird jeweils eine Folge von 10 bzw. 12 Elementenpaaren visuell dargeboten. Die Stimuluselemente sind bei Item 33 Buchstaben und bei Item 40 Ziffern, welche beide aus Repertoires des Umfangs $U = 10$ stammen.

Da alle Elemente eines Repertoires gleiche Auftrittswahrscheinlichkeit besitzen, beträgt der Informationsgehalt jeder 2-stelligen Silbe und jeder 2-stelligen Zahl $I = 6.64$ bit. Somit läßt sich auch die Informations-Speicherungs-Leistung einer Person in "bit" quantifizieren.

Sieht man einmal davon ab, daß hier Digramme anstatt Einzelementen als Stimuli verwendet werden, dann treten zwei Aspekte hervor, die Item 33 und 40 von den Aufgaben 'Buchstaben reproduzieren' und 'Ziffern reproduzieren' unterscheiden:

Durch die Itemkonstruktion ist genau festgelegt, wie lange die Elementenpaare visuell vorgestellt werden; der Zeitbedarf für die anschließende motorische Realisation geht nicht in das Kriterium für die Testleistung mit ein. Da die motorische Wiedergabe erst nach Applikation der gesamten Digrammfolge durchgeführt werden soll, muß unter Beibehaltung der bisherigen Betrachtungsweise die gesamte Paarfolge als Stimuluseinheit gelten.

Die Testresultate für die 10-gliedrige und die 12-gliedrige Folge werden im Rahmen der Auswertung aus Reliabilitätsgründen gemittelt. Deshalb soll der einfacheren Handhabung wegen hier die Mittelwertbildung vorweggenommen werden, indem der Informationsgehalt für eine 11-gliedrige Folge von Digrammen angegeben wird.

Sie beträgt: $I_1 = 73.08$ bit.

Die Stimulusinformation tritt in das Gegenwartsgedächtnis des Probanden ein und wird zu einem mehr oder minder großen Anteil so gespeichert, daß die anschließend wieder realisiert werden kann.

Zum Beispiel: Kann eine Versuchsperson 4 Digramme korrekt wiedergeben, so hat sie $4/11 \times 73.08 = 26.57$ bit instruktionsgemäß verarbeitet.

Den numerisch gleichen Betrag erhält man, wenn man den Informationsgehalt von 4 Digrammen addiert.

Die insgesamt zu verarbeitende Information, hier gleich der zu speichernden Stimulusinformation, betrüge dann $I = 73.08$ bit. Da die gespeicherten Digramme in beliebiger Reihenfolge wiedergegeben werden dürfen, reduziert sich die zu speichernde Information um $\lg 11! = 25.2$ bit. Somit ergibt sich: $I_1 = I_G = 73.08 \text{ bit} - 25.2 \text{ bit} = 47.88 \text{ bit}$.

Beide Aufgaben beinhalten also jeweils nur eine einzige Informationseinheit, nämlich die Stimulusinformation. Diese eine Informationseinheit wird so vollständig wie möglich gespeichert und anschließend wieder realisiert. Es existieren nicht die Beziehungen zwischen 2 oder mehreren Informationseinheiten, anhand derer ein Informationsverarbeitungsprozeß als Konservierung, Produktion oder Reduktion qualifiziert werden kann.

Die Leistung der Probanden besteht bei beiden Aufgaben darin, einen möglichst großen Anteil der Stimulusinformation, die als geschlossene Einheit mit 1 Digramm pro 2 Sekunden appliziert wird, kurzfristig zu speichern. Es wird also die kurzfristige Speicherkapazität erfaßt. Im Unterschied dazu sprechen die Items 9 'Buchstaben reproduzieren' und 8 'Ziffern reproduzieren' die Speichergeschwindigkeit für kleine Informationseinheiten (und die Realisationsgeschwindigkeit) an.

Item 33 und 40 sind Informations-Speicherungs-Aufgaben.

- Item 41 'Zahlen merken (4)/4-stellige Zahlen'
 Item 34 'Silben merken (4)/4-stellige Buchstaben-
 aggregate'
-

A 2 Folgende Zahlen wurden gezeigt:

<u>6980</u>	<u>9854</u>	<u>0242</u>	<u>8523</u>	<u>2284</u>	
<u>5787</u>	<u>0447</u>	<u>3737</u>	<u>3451</u>	<u>5570</u>	<u>4035</u>

A 2 Folgende Silben wurden gezeigt:

<u>cgfa</u>	<u>gfbu</u>	<u>aiui</u>	<u>fbio</u>	<u>iiuf</u>	
<u>bdfd</u>	<u>auud</u>	<u>odod</u>	<u>oube</u>	<u>bbda</u>	<u>uaob</u>

Diese beiden Aufgabentypen unterscheiden sich von den besprochenen Informations-Speicherungs-Aufgaben 33 und 40 allein hinsichtlich der Aufgliederung der Stimulusinformation. Den Versuchspersonen wird jeweils eine Folge von 5 bzw. 6 4-stelligen Elementenkombinationen visuell vorgegeben. Als Stimuluselemente dienen Buchstaben oder Ziffern, die Repertoires des Umfangs $U = 10$ angehören. Alle Elemente besitzen die gleiche Auftrittswahrscheinlichkeit $P = 0.10$.

Somit beträgt der Informationsgehalt eines jeden dieser Tetragramme $I = 13.29$ bit.

Im Rahmen der Auswertung wird das Mittel aus dem Resultat für die 5-gliedrige und für 6-gliedrige Folge gebildet. Es werden also im Durchschnitt 5/12 Tetragramme als Reizeinheit angeboten, was einem Informationsgehalt $I = 73.08$ bit entspricht.

Die Versuchsperson soll einen möglichst großen Anteil der Stimulusinformation I_1 kurzfristig speichern und anschließend schriftlich wiedergeben. Da die Reihenfolge der Wiedergabe nicht der Darbietungsfolge entsprechen muß, reduziert sich die zu speichernde Information um $(\lg 5! + \lg 6!) / 2 = 8.2$ bit.

Die Stimulusinformation ist identisch mit der Gesamtinformation, die zu verarbeiten ist:

$$I_G = I_1 = 73.08 \text{ bit} - 8.2 \text{ bit} = 64.88 \text{ bit.}$$

Aus der Tatsache, daß beide Items nur je eine einzige Informationseinheit beinhalten, folgert, daß sie nur die Grundoperation 'Informations-Speicherung' ansprechen. Da die Stimulusinformation auch hier als eine relativ große, geschlossene Einheit appliziert wird, steht speziell die kurzfristige Speicherkapazität im Vordergrund.

Item 35 'Buchstaben-Folge merken'

Item 42 'Ziffernn-Folge merken'

A 3 Die 10 Buchstaben a, e, i, o, u, b, c, d, f, g,
wurden in folgender Reihenfolge gezeigt:

f	g	o	b	i	d	c	e	u	a
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
c	a	i	u	f	e	g	b	o	d
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A 3 Die 10 Ziffern wurden in folgender Reihenfolge gezeigt:

8	9	3	5	2	7	6	1	4	0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	0	2	4	8	1	9	5	3	7
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Die Konzeption der Aufgaben 35 und 42 sieht vor, eine definierte Abfolge von 10 bekannten Elementen als Stimulusinformation kurzfristig zu speichern.

Der Informationsgehalt einer definierten Reihenfolge von 10 vorweg festgelegten Buchstaben bzw. Ziffern beträgt $I_1 = 21.79$ bit.

Aus Reliabilitätsgründen werden jeweils 2 Versuchsdurchgänge durchgeführt und deren Resultate gemittelt.

Die von einer Person gespeicherte Reihenfolge soll von ihr schriftlich in diese Kriteriumsreihenfolge gebracht werden. Kritischer Testwert ist der Anteil 'richtiger' Positionen in der Abfolge.

Die Gesamtinformation besteht nur aus einer Informationseinheit und beträgt daher: $I_G = I_1 = 21.79$ bit.

Beide Aufgaben zählen zu den Informations-Speicherungs-Items; sie zielen auf die kurzfristige Speicherkapazität ab.

Item 36 'Buchstaben-Zuordnung merken'

Item 43 'Ziffern-Zuordnung merken'

A 4 Ordnen Sie den Buchstaben die entsprechenden Ziffern zu!

o o f g a b e d i u

7 9 0 2 6 5 4 1 3 8

y e i o d o g u a b

7 5 2 0 6 8 9 4 1 3

A 4 Ordnen Sie den Ziffern die entsprechenden Buchstaben zu

3 6 8 9 0 5 1 7 2 4

g e b c u i f a o d

8 1 2 6 7 3 9 4 0 5

f d c a g i b o e u

Für Aufgabe 36 ist ein Repertoire von 10 verschiedenen Buchstaben gegeben. Diesem Elementenrepertoire ist die Gesamtheit der 10 Ziffern nach einem Zufallsverfahren zugeordnet - jedem Buchstaben eine andere Ziffern. Damit stehen 10 verschiedene Digramme zur Verfügung. Sie werden sukzessiv als eine Informationseinheit appliziert und bilden die Stimulusinformation. Letztere beträgt:

$$I_1 = 2 \times \lg n! = 43.58 \text{ bit.}$$

Der Proband versucht, sich möglichst viele der 10 Digramme zu merken, einen möglichst großen Anteil der Stimulusinformation zu speichern. Auf dem Antwortblatt werden die 10 Buchstaben in einer anderen Zufallsfolge dargeboten.

Der Informationsgehalt dieser Elementensequenz beträgt

$$I_2 = \lg n! = 21.79 \text{ bit.}$$

Die mittlere Information pro Buchstabe ist $I = 2.18 \text{ bit.}$

Aufgabe der Probanden ist es, auf Grund der gespeicherten Stimulusinformation jedem Buchstaben die ihm assoziierte Ziffer zuzuordnen und auf dem Formblatt einzutragen.

Die Zuordnung der 10 Ziffern ergibt eine eigene Informationseinheit $I_3 = \lg n! = 21.79 \text{ bit}$, was einer Durchschnittsinformation von $I = 2.18 \text{ bit pro Ziffer}$ entspricht.

Die insgesamt zu verarbeitende Information ergibt sich als $I_G = I_1 + I_2 + I_3 = 87.16 \text{ bit}$.

Vergleicht man die informationstheoretischen Quantitäts-Indizes der 'Informations-Speicherungs-Items' mit denen der anderen Aufgaben, so muß man folgende Gesichtspunkte unbedingt berücksichtigen:

- Bei den 'Informations-Speicherungs-Items' wird jeweils 1 Stimulus dargeboten, der sich aus einer größeren Anzahl von Digrammen, Tetragrammen zusammensetzt oder in einer definierten Reihenfolge bekannter Elemente besteht; es wird nur 1 Stimulus appliziert, der jedoch relativ komplex bzw. umfangreich ist.
- Bei den anderen Items hat die Versuchsperson eine große Anzahl von Stimuli zu bearbeiten, die sich aus maximal 4 Elementen konstituieren.
- Aus diesem Grunde fallen bei den 'Informations-Speicherungs-Items' wesentlich höhere Werte für die einzelnen Informationseinheiten und entsprechend auch die Gesamtinformation an.

Die Informationseinheiten I_2 und I_3 bilden auf dem Antwortbogen ein Ganzes und manifestieren die spezifische Verbindung zwischen den beiden Elementenrepertoires, die für die Aufgabenkonstruktion charakteristisch ist. Stellt man die Stimulusinformation der Responseinformation, die die Assoziation von I_3 zu I_2 beinhaltet, gegenüber, resultiert: $I_1 - (I_2 + I_3) = 0 \text{ bit}$.

Es zeigt sich das Bild einer Informations-Konservations-Aufgabe. Aus der spezifischen Art der Stimuluspräsentation und des Stimulusumfanges ergibt sich, daß es sich speziell um eine Informations-Speicherung-Aufgabe handelt.

Es erscheint sinnvoll, die Gesamtaufgabe aus 2 Teilaufgaben zusammengesetzt zu betrachten:

Teilaufgabe 1: Identifikation und Speicherung zweier einander zugeordneter Elementenfolgen.

Teilaufgabe 2: Identifikation einer Elementenfolge und Zuordnung zu einer anderen Elementenfolge nach einer gespeicherten Zuordnungsregel.

Alle quantitativen Definitionen und die ihnen zugrunde liegenden Überlegungen für Item 36 'Buchstabenzuordnung merken' besitzen auch für Aufgabentyp 43 'Ziffernzuordnung merken' Gültigkeit.

Hypothetische, durch den unterschiedlichen Alltagsgebrauch von Buchstaben und Ziffern bedingte Effekte, können ggf. anhand der vorliegenden experimentellen Daten behandelt werden.

- Item 37 'Symbole merken (2)/2-stellige Symbolaggregate'
Item 38 'Symbol-Folge merken'
Item 39 'Symbol-Zuordnung merken'
-

M Antwortblatt

Buchstaben M

Name:

A 1 Folgende Buchstabenpaare wurden gezeigt:

A 3 Die 10 Buchstaben a, e, i, o, u, b, c, d, f, g,
wurden in folgender Reihenfolge gezeigt:

A 4 Ordnen Sie den Buchstaben die entsprechenden Ziffern zu!

o c f g a b e d i u

f e i c d o g u a b

Informations-Speicherungs-Aufgaben dieser Untergruppe, die 'Symbole' als Elemente verwendet, sind von ihrer Konstruktion her und damit auch unter quantitativ-informationstheoretischem Aspekt mit den entsprechenden, oben angehandelten Items, die sich aus Buchstaben bzw. Ziffern konstituieren, identisch.

Im Hinblick auf die Leistungen, die sich an diesen 3 Gruppen von Speicheraufgaben manifestieren können, dürfte jedoch folgendes, an anderer Stelle hervorgehobenes Faktum von Bedeutung sein:

Für die graphischen Repräsentationen der 10 'Symbole' stehen keine vergleichbar gut durch den Alltagsgebrauch eingeführten (verbalen) Bezeichnungen zur Verfügung wie bei Buchstaben und Ziffern.

Gleichermaßen ist auch die Möglichkeit Redundanz zu schaffen, indem für mehrere Elemente eine einzige Bezeichnung verwendet wird (Bildung von Silben bzw. mehrstelligen Zahlen), in bezug auf Symbolaggregate deutlich geringer (siehe S. 296).

Item 31 '2 Dimensionen identifizieren / Symbole'

Item 28 '1 Dimension identifizieren / Ziffern'

(genaue Itembeschreibungen siehe S. 179)

Beide Aufgaben weisen die gleiche Struktur auf. Sie unterscheiden sich lediglich in bezug auf die Anzahl der relevanten bzw. irrelevanten Stimulusdimensionen und können somit in einem abgehandelt werden.

Als Stimuli dienen 3-dimensionale Elementen-Kombinationen. Jede Stimulusdimension umfaßt 2 Alternativen, sodaß sich 8 verschiedene Reize ergeben.

Die durchschnittliche Stimulusinformation beträgt:

$$I_1 = 3 \text{ bit.}$$

Dabei wird angenommen, daß der Gesamtreiz - nicht nur 1 oder 2 Dimensionen - identifiziert werden muß.

Der Proband soll die einzelnen Stimuli nach einem definierten Modus einem Responserpertoire des Umfangs $U = 2$ zuordnen. Die Zuordnungsentscheidung, mit welchem der beiden Responseelemente zu antworten ist, basiert jeweils auf einer aktuellen, im mittelfristigen Gedächtnis gespeicherten, persönlichen Hypothese über den herauszufindenden Reaktionsmodus - systematisches Leistungsbestreben vorausgesetzt.

Die zweite Informationseinheit besitzt eine mittlere Information von $I_2 = 1$ bit.

Es erscheint sinnvoll, die erste Aufgabenphase von der 'feed-back-Phase' zu trennen.

Somit kann die in der ersten Phase zu verarbeitende Information mit $I_G = I_1 + I_2 = 4$ bit angegeben werden.

Die Beziehung $I_{\text{Red}} = I_1 - I_2 = 2$ bit zeigt, daß diese Aufgabenphase eine Informations-Reduktion beinhaltet.

Die Probanden erhalten nach Fixierung eines Responseelementes jeweils feed-back über die dem zugrunde liegenden Zuordnungsmodus entsprechende, 'richtige' Antwort. Dieses feed-back repräsentiert eine Information von $I_3 = 1$ bit.

Für die Entwicklung einer Hypothese über den Zuordnungsmodus muß der Proband jeweils versuchen, die Assoziationen von Stimulus und korrektem Response im Gedächtnis zu speichern. Die zu speichernde Information beträgt demnach

$$I_G = I_1 + I_3 = 4 \text{ bit.}$$

So kann der zweite Teil der Aufgabe am ehesten als ein Informations-Speicherungs-Prozeß klassifiziert werden.

Auf dem Wege zur Lösungsfindung wird die Versuchsperson bei effektivem Vorgehen zunehmend mehr Assoziationen zwischen Stimulus und feed-back zu speichern bemüht sein. Somit gewinnt auch die individuelle Kapazität, Information zu speichern, Leistungsrelevanz. Sie tritt wieder in den Hintergrund, sobald der Proband eine Regelmäßigkeit in den Zuordnungen erkennt, Konstanten sieht, und dann nur noch diese im Speicher verfügbar halten muß.

Die Items 31 und 28 sind also (einfache aber typische) relativ unkomplizierte Beispiele für Aufgaben, die verschiedenartige Informationsverarbeitungsprozesse in sich vereinigen.

Analog können auch die Items 29 und 30 charakterisiert werden.

Item 32 'Gesamtwert-Formallogisches Denken'

Um einen Index zu erhalten, der relativ unabhängig von jeweils nur für ein einziges Item charakteristischen Effekten ist, wurde das arithmetische Mittel für alle 4 Aufgaben, die den Bereich 'Formallogisches Denken' ansprechen, gebildet.

Die für die Aufgabentypen 31 und 28 definierten informationstheoretischen Parameter lassen sich gleichermaßen für Item 32 anwenden.

Auswertung, Interpretation und Diskussion der Ergebnisse Ad Hypothese IV

Wie oben dargelegt wurde, geht es bei der Auseinandersetzung mit Hypothese IV darum, zu überprüfen, inwieweit die informationstheoretischen Merkmale eines Items die Testreaktionen der Probanden bestimmen. Als Parameter der Testreaktion stehen arithmetisches Mittel, Streuung sowie die Interkorrelationen bzw. die Faktorenstruktur der Rohwerte zur Verfügung.

Der Rohwert repräsentiert jedoch für die verschiedenen Aufgaben nicht durchgängig den gleichen Inhalt. Aus diesem Grund wäre es nicht sinnvoll, die kritischen Vergleiche an der Gesamtgruppe von 35 Items durchzuführen; vielmehr erscheint es inhaltlich und statistisch begründet, die kritischen Vergleiche einzelner Variablen für die als Faktorenstruktur vorgegebenen 5 Aufgabengruppen jeweils gesondert vorzunehmen und die Aufgabengruppen mit einander zu vergleichen.

Der wichtigste Index zur informationstheoretischen Kennzeichnung einer Testaufgabe ist die Gesamtinformation J_G . Dieser Kennwert repräsentiert die Summe der Informationsquantitäten, die durchschnittlich bei der Bearbeitung eines Stimulus der betreffenden Aufgabe zu verarbeiten sind. Seine Verhaltensrelevanz wird überprüft, indem seine Beziehung zum durchschnittlichen Rohwert für jedes Item betrachtet wird.

Zu diesem Zweck wurde die Korrelation zwischen der Gesamtinformation und dem mittleren Rohwert pro Item für die 4 Variablengruppen, die die Faktoren 1, 2, 3 und 4 kennzeichnen, jeweils separat berechnet.

Da Faktor 5 nur durch 3 Variablen mit Ladungen größer / .50/ charakterisiert ist, konnte hier keine Korrelationsberechnung durchgeführt werden.

	F 1 *	F 2	F 3	F 4	$\bar{x}_r$
$r(J_G - M_{RW})$:	-.93 s.s	-.81 s.	-.93 s.s	-.89 s.s	-.89

*Die Mischvariable Item 13 'Buchstaben produzieren' wurde nicht berücksichtigt, da sie sowohl inhaltlich als auch statistisch eher dem Faktor 2 zugeordnet.

Es zeigt sich also bei allen 4 Variablen Gruppen eine sehr deutlich ausgeprägte negative Beziehung zwischen der Höhe der Gesamtinformation und dem mittleren Rohwert. Wesentlicher als die Tatsache, daß alle Korrelationen zumindest auf dem 5 %-Niveau signifikant sind, erscheint die Einheitlichkeit dieses Befundes. Auch der Durchschnittswert der 4 Koeffizienten erreicht mit $\bar{x}_r = -.89$ das 1 %-Signifikanzniveau.

Für den Zusammenhang zwischen Gesamtinformation und der Streuung der Rohwerte pro Item ergeben sich folgende statistischen Kennwerte.

F 1*	F 2	F 3	F 4	$\bar{x}_r$
------	-----	-----	-----	-------------

$r(J_G - s_{RW})$:	-.88 s.s.	-.86 s.s.	-.76 s.	-.93 s.s.	-.86
---------------------	-----------	-----------	---------	-----------	------

* s.o.

Es besteht also auch ein enger, negativer Zusammenhang zwischen dem Betrag der Gesamtinformation und der Streuung der Rohwerte jeder Aufgabengruppe.

Auch diese Resultate sind konsistent und jeweils wenigstens auf dem 5 %-Niveau bedeutsam. Letzteres gilt auch für den mittleren Korrelationskoeffizienten $\bar{x}_r = -.86$.

Trotz oben aufgeführter Einwände wurde zur zusätzlichen Informationsgewinnung der korrelative Zusammenhang zwischen der Gesamtinformation und dem mittleren Rohwert bzw. der Rohwert-Streuung für ein aus den Variablen Gruppen F 1, F 2

nd F 3 bestehendes Gesamtrepertoire bestimmt. Die für Faktor 4 und Faktor 5 charakteristischen Aufgaben mußten dabei unberücksichtigt bleiben, da bei ihnen die Rohwertermittlung nach anderen Kriterien erfolgte.

Die Korrelationen für das gemeinsame Itemrepertoire (n = 24 Items) betragen:

$$(J_G - M_{RW}) = -.38 \text{ n.s.}$$

$$(J_G - s_{RW}) = -.39 \text{ n.s.}$$

Die für die 4 Variablengruppen separat sehr deutlich und statistisch relevant aufzeigbaren Zusammenhänge, finden an der kombinierten, erweiterten Aufgabenstichprobe wesentlich geringere Ausprägung.

Die eben referierten Ergebnisse lassen folgende erste Interpretationen zu:

Das bei der Bearbeitung einer Aufgabe realisierte Leistungsquantum, repräsentiert durch den Rohwert, ist unabhängig vom Umfang des Gesamtinformationsbetrages, der zu verarbeiten ist: Je mehr Informationsverarbeitung ein Item fordert, desto niedriger fällt im Mittel der Rohwert als (konventioneller) Leistungsindex aus.

Die Streuung der Rohwerte kann als Index dafür genommen werden, wie gut ein Item innerhalb einer gegebenen Stichprobe von Probanden differenziert. Die negative Korrelation zwischen Gesamtinformation einer Aufgabe und Rohwert-Streuung spricht dafür, daß Testaufgaben mit umfangreicherer Gesamtinformation weniger gut differenzieren, sofern der Rohwert als konventionelles Leistungskriterium dient. Diese Aussage muß sicher zunächst auf den hier realisierten Schwierigkeitsgrad von Informationsverarbeitungsaufgaben beschränkt bleiben, bis der Umfang ihres Geltungsbereiches weiter ausgelotet ist.

Beide Befunde belegen jedoch die Hypothese der Verhaltensrelevanz der Gesamtinformation, d.h. die Annahme, daß der Gesamtbetrag an Information, der bei einer Aufgabenlösung zu verarbeiten ist, das Testverhalten der Probanden systematisch mitbeeinflusst.

Der Einfluß der Item-Information auf Höhe und Verteilung, also die Streuung des Rothwertes, tritt bei den getrennten Aufgabengruppen sehr deutlich hervor, ist aber bei Zusammenfassung der Aufgabengruppen nicht mehr statistisch nachweisbar. Es muß angenommen werden, daß der systematische Einfluß durch Unterschiedlichkeit der einzelnen Aufgabengruppen neutralisiert wird oder umgekehrt sich nur an hinreichend homogenen Itemstichproben manifestiert.

Ein charakteristisches Unterscheidungsmerkmal der oben zusammengefaßten 3 Variablengruppen ist, daß sie Informations-Reduktion, Informations-Produktion und Informations-Konservation als 3 verschiedene Arten von Informationsverarbeitung repräsentieren.

Um eine möglichst gute Prägnanz der interpretierenden Aussagen für Hypothese IV zu erreichen, bezieht diese Auswertung nur Variablen mit einer Faktorenladung von mindestens /.50/ ein.

Die Faktorenanalyse lieferte 5 Hauptfaktoren, d.h. in jeder dieser 5 Gruppen sind Variablen zusammengefaßt, deren Rohwert sich relativ ähnlich verhalten. Im Hinblick auf Hypothese IV sollte folgende Frage geklärt werden: Hat die Gesamtinformation, die pro einzelnes Item zu verarbeiten ist, Auswirkung auf die Höhe des Beitrages des betreffenden Items zu seinem Leistungsbereich, d.h. auf die Höhe der Faktorenladung?

Es wurden für die Faktoren 1, 2, 3 und 4 die Korrelationen zwischen Gesamtinformation und Faktorenladung berechnet:

	F 1*	F 2	F 3	F 4	$\bar{x} / r /$
$r(J_G - r_F)$:	-.71 _{s.}	+.38	+.22	+.33	.51
	(+.81 s.)**				

- * ohne Mischvariable Item 13 'Buchstaben produzieren'
- ** ohne Item 18 'Symbolaggregate erfinden' , das von seiner Struktur her den Informations-Produktions-Aufgaben zuzuordnen ist.

Die Werte für Faktor 1 und - wenn man Aufgabe 18, die ihrem strukturellen Aufbau nach einem anderen Leistungsbereich zuordnet, ausklammert - für Faktor 3 erreichen auf dem 5 %-Niveau Bedeutsamkeit.

Der negative Zusammenhang bei Faktor 1 besagt: Wesentliches Merkmal dieser Leistungsformen ist es, daß nur wenig Information pro Aufgabe zu verarbeiten ist. Von diesem Befund her wird auch eine weitere Präzisierung der inhaltlichen Beschreibung bzw. Eingrenzung dieses Leistungsbereiches möglich.

Im Sinne einer Interpretation als Intelligenzfaktor kann man folgern: 'Tempomotivation und Konzentrationskraft' kommen bei den hier verwendeten Aufgaben umso mehr zum Tragen, je weniger Information pro Item zu verarbeiten ist.

Aus informationstheoretischer Sicht faßt Faktor 1 Informations-Reduktions- und Informations-Reproduktions-Leistungen zusammen. Zusätzliches Spezifikum dieses Ausschnittes von Informations-verarbeitungsleistungen ist entsprechend dem genannten Ergebnis, daß pro Aufgabe jeweils insgesamt eine eher geringere Informationsmenge zu verarbeiten ist.

Es kann vermutet werden, daß die Informations-Reduktions-Aufgaben gegenüber den sehr 'einfach' strukturierten Informations-Reproduktions-Aufgaben andererseits einen eigenständigen Leistungsbereich repräsentieren würden, wenn bei ihnen anders als in dieser Untersuchung die jeweilige Gesamtinformation pro Item höher liegen würde.

Bei Faktor 3 tritt ein positiver Zusammenhang zwischen Item-Gesamtinformation und Ladungshöhe zu Tage. Demnach besteht ein wichtiges Charakteristikum dieser Aufgabengruppe darin, daß ihre Items einen bestimmten, nicht zu niedrigen Informationsgehalt besitzen.

Der Leistungsbereich "Anschauungsgebundenes Denken" bzw.

Informations-Konservation wird also durch Aufgaben repräsentiert, die umso höhere Faktorenladungen aufweisen je größer ihre Gesamtinformation ist.

Für Faktor 1 und Faktor 3 ist also der Informationsgehalt der sie definierenden Items ein bestimmendes Element.

Hingegen ist für die Leistungshauptkomponenten F 2 und F 4 keine signifikante Beziehung zwischen Gesamtinformation und Faktorenladung der Variablen festzustellen. Demnach ist zumindest für das hier verfügbare Datenmaterial die Manifestation der Bereiche "Produktives Denken" und "Merkfähigkeit" bzw. "Informations-Produktion" und "Informations-Speicherung" unabhängig vom Informationsumfang der betreffenden Aufgaben.

Einen Hinweis darauf, ob die pro Item zu bearbeitende mittlere Gesamtinformation Einfluß auf die Faktorenstruktur der Bearbeitungsleistungen hat, kann man erhalten, indem man für die Kennvariablen eines jeden Faktors den Durchschnitt der Gesamtinformation ($\bar{x}_{J_G}$) bestimmt und miteinander vergleicht.

	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5
$\bar{x}_{J_G}$:	5.6	7.8	6.6	6.2	8 (5) bit

Zunächst sollen die Werte für die Faktoren 1, 2 und 3 betrachtet werden.

Die Kennvariablen des ersten Leistungsbereiches weisen im Durchschnitt die niedrigste Gesamtinformation, die des zweiten die höchste Gesamtinformation auf. Diese Tatsache steht im Einklang mit dem vorstehenden Befund: Charakteristikum des ersten Faktors sind Leistungsformen, die ein relativ geringes Quantum an Informationsverarbeitung beinhalten. Dagegen sind die Aufgaben der zweiten Hauptdimension durch einen relativ großen Informationsbetrag, der zu verarbeiten ist, gekennzeichnet.

Stark vereinfachend ausgedrückt kann für die vorliegende Untersuchung gelten: Den geringsten Schwierigkeitsgrad weisen Items aus dem Bereich "Konzentrationskraft und Tempomotivation" auf, am schwierigsten sind die Aufgaben, die "Einfallsreichtum und produktives Denken" ansprechen, und zwischen diesen beiden Gruppen sind nach ihrem Schwierigkeitsgrad die Variablen, welche "Anschauungsgebundenes Denken" erfassen, einzuordnen. Analog lassen sich Informations-Reduktions-, Informations-Konservations- und Informations-Produktions-Aufgaben hinsichtlich des Umfangs der zu verarbeitenden Gesamtinformation in eine ansteigende Reihenfolge bringen.

Die für Faktor 4 und Faktor 5 typischen Aufgaben nehmen eine Sonderstellung ein. Sowohl bei den Merkaufgaben als auch bei den Aufgaben zur Prüfung des "formallogischen Denkens" sind die einzelnen Aufgabenteile bzw. die einzelnen Testreaktionen nicht unabhängig voneinander. Es gilt z.B. nicht eine einzige Buchstabenkombination zu speichern, sondern 5 Kombinationen. Oder das "formallogische Denken" soll vorangehendes feedback auf Reaktionen miteinbeziehen.

Versucht man trotzdem den proportionalen Informationsgehalt der Einzelreaktionen zu bestimmen, so erhält man die oben wiedergegebenen Werte. Die pro Teilreaktion angebotene Information liegt also bei Items des vierten Leistungsbereiches mit 6.2 bit sozusagen im Mittelfeld, bei Items des fünften Leistungsbereiches besitzt sie den größten Umfang mit 8 bit.

Wie sich die mittlere Gesamtinformation zusammensetzt, die die Bearbeitung einer Aufgabe erfordert, wurde oben für jedes Item ausführlich beschrieben. Sie konstituiert sich aus der Stimulus- und aus der Respons-Information, bei den Items 6 und 27 kommt noch eine dritte Informationseinheit hinzu.

Die meisten Autoren bezogen ihre Untersuchungen über die Verhaltenswirksamkeit des Informationsgehaltes von Aufgaben allein auf die Stimulus-Information und können z.T. statistisch abgesicherte Ergebnisse vorweisen.

Für die vorliegenden Daten ergibt sich folgendes Bild:

F 1	F 2	F 3	F 4
$r_{I_1-M_{RW}} = -.20$	$r_{I_2-M_{RW}} = -.84 \text{ s.s.}$	$r_{I_1-M_{RW}} = +.58$	$r_{I_1-M_{RW}} = -.89 \text{ s.}$
$r_{I_1-s_{RW}} = -.02$	$r_{I_2-s_{RW}} = -.90 \text{ s.s.}$	$r_{I_1-s_{RW}} = +.64$	$r_{I_1-s_{RW}} = -.93 \text{ s.}$

Für die unter F 1 und F 3 subsummierten Leistungsformen ergibt sich kein bedeutsamer Zusammenhang zwischen Stimulus-Information (I_1) und Mittelwert (M_{RW}) bzw. Streuung (s_{RW}) der Rohwerte.

Bei den Merkaufgaben bzw. Informations-Speicherungsaufgaben, die Faktor 4 repräsentieren, sind nach der hier einheitlich praktizierten Definitionsweise Stimulus-Information und Gesamtinformation identisch. Daher korreliert hier auch die Stimulus-Information hochsignifikant mit Mittelwert und Streuung der Rohwerte.

Die Stimulus-Information weist bei den Items des zweiten Faktors nur eine minimale Streuung von bit auf. Die Gesamtinformation wird nahezu vollständig durch die Response-Information und Mittelwert bzw. Streuung der Rohwerte sind statistisch auf dem 5 %- bzw. 1 %-Niveau gesichert. Die Zusammenschau dieser Resultate mit den oben diskutierten Ergebnissen zur Relevanz der mittleren Gesamtinformation legt folgende vorläufige Interpretation nahe:

Stimulus- und Response-Information werden dann wesentlich leistungsrelevant für ein Item, wenn sie die Gesamtinformation der betreffenden Aufgabe ganz oder zumindest in einem großen Anteil repräsentieren. Das weit universaler anwendbare sowie umfassendere und differenziertere Definitionskriterium ist zweifellos die "mittlere Gesamtinformation" gegenüber der Stimulus- oder der Response-Information allein.

Die Informationsverarbeitungsleistung einer Person bei einem bestimmten Item ist definierbar als das Produkt von 'mittlerer Gesamtinformation' und Rohwert: $J_G \times M$.

Die Beziehung zwischen mittlerer Gesamtinformation und Informationsverarbeitungsleistung stellt sich folgendermaßen dar:

	F 1	F 2	F 3	F 4	$\bar{x}$
$r_{I_G} - (J_G \times M)$	-.02	-.30	-.40	+.10	/.21/
	(-.76 s.)				

Es besteht demnach bei keiner der 4 Variablengruppen ein linearer Zusammenhang zwischen mittlerer Gesamtinformation und Informationsverarbeitungsleistung bei den Aufgaben.

Allein bei Leistungsbereich 3 tritt eine auf dem 5 %-Niveau bedeutsame negative Korrelation auf, sofern man Variable 18, die von ihrer Struktur her dem Faktor 2 zuordnen würde, unberücksichtigt läßt: Je größer die mittlere Gesamtinformation pro Item desto geringer die Informationsverarbeitungsleistung. Für ein größeres Variablenrepertoire, das sich aus den Aufgabengruppen F 1, F 2 und F 3 zusammensetzt, ergibt sich eine statistisch nicht abgesicherte Beziehung von $r = -.31$ zwischen mittlerer Gesamtinformation und Informationsverarbeitungsleistung.

Es ist also kein relevanter Zusammenhang zwischen dem Informationsangebot pro Item und der Menge verarbeiteter Information pro Item generell nachzuweisen. Man muß auf Grund der vorliegenden Resultate den Umfang der Informationsverarbeitung pro Item eher als weitgehend unabhängig vom Umfang des Informationsangebotes pro Item annehmen.

Die folgende Tabelle stellt den Mittelwert der Rohwerte, den Mittelwert der Informationsverarbeitungsleistungen und das Mittel der Gesamtinformation pro Item für alle 5 Leistungsbereiche einander gegenüber.

	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	
$\bar{x}_{M_{RW}}$	74.4	58.9	28.5	8.7	10.8	
$\bar{x}_{I_G^{xM_{RW}}}$	369.8	174.5	175.8	184.0	86.7	bit
$\bar{x}_{I_G}$	5.6	7.8	6.6	6.2	8	bit

*umgerechnet für Einzelreize

Es ist deutlich, daß die Leistungsformen der Faktoren 2, 3 und 4 im Durchschnitt ziemlich genau den gleichen Umfang von Informationsverarbeitung repräsentieren: 174.5 bit, 175.8 bit, 184.0 bit.

Dieser Befund ist insofern sehr aufschlußreich, als die arithmetischen Mittel der Rohwerte für die Faktoren 2, 3 und 4 stark differieren: 58.9, 28.5, 8.7.

Das heißt: Obwohl z.B. innerhalb des zweiten Leistungsbereiches der Rohwert als konventioneller Intelligenzindex durchschnittlich doppelt so hoch liegt wie innerhalb des dritten Leistungsbereiches, ist die tatsächliche Informationsverarbeitungsleistung gleich groß.

Die größte Informationsmenge wird durchschnittlich im Rahmen der Aufgaben, die Faktor 1 kennzeichnen, innerhalb der vorgegebenen Zeitspanne verarbeitet: 369.8 bit.

Das relativ geringste Quantum an Informationsverarbeitung provozieren die Items des fünften Leistungsbereiches mit durchschnittlich 86.4 bit.

Auch diese Ergebnisse sprechen für folgende Feststellung: Vergleicht man die 5 Leistungsbereiche einmal bezüglich der durchschnittlichen Intelligenzindizes und einmal bezüglich der durchschnittlichen Informationsverarbeitungskriterien, so zeigen sich voneinander abweichende Beziehungen als Vergleichsresultate.

Dabei kann man davon ausgehen, daß der informationstheoretische Leistungsindex für Vergleiche von verschiedenen Leistungsbe-
reichen besser geeignet ist als konventionelle Intelligenzmaße, da ersterer für alle Items dieser Untersuchung nach dem gleichen Prinzip bestimmt wurde. Und ein Hauptanliegen des Unternehmens informationstheoretische Termini auf Intelligenzleistungen anzuwenden, bestand darin, verschiedenartige Intelligenzleistungen vergleichbar zu machen.

Setzt man die Informationsverarbeitungsleistung ($\bar{x}_{IG} \times M$) und die durchschnittliche Item-Gesamtinformation ($\bar{x}_{IG}$) für die 5 Faktoren zueinander in Beziehung, so fällt als Tendenz auf: Je geringer die Gesamtinformation eines Items, umso größer die Informationsverarbeitung bei diesen Items. Statistisch entspricht diese Tendenz einem Korrelationskoeffizienten von $r = -.82$, der jedoch bei nur 3 Freiheitsgraden keine Signifikanz erreicht.

Unter der Voraussetzung, daß dieser Befund in Folgeuntersuchungen erhärtet wird, kann der Schluß gezogen werden: Innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne kann mehr Information verarbeitet werden, wenn Information in kleineren Einheiten appliziert wird. 'Optimale Größen' von Informationseinheiten zu finden ist seit langem Forschungsziel einer Reihe von wissenschaftlichen Disziplinen.

Relativ kleine Informationseinheiten sind also sehr wahrscheinlich mitverantwortlich dafür, daß die Aufgaben von Faktor 1 doppelt soviel Informationsverarbeitung ermöglichen wie die Aufgaben der Faktoren 2 und 3. Hier schließt sich noch eine weitere Überlegung an: Leistungsformen, die im

Alltag häufig praktiziert werden und somit gut eingeübt sind, lassen bessere Ergebnisse erwarten als selten durchgeführte Aufgabenarten. Möglicherweise ist also die gute 'Alltagsübung' für die hohe mittlere Informationsverarbeitungsleistung im ersten Leistungsbereich auch mitverantwortlich. Dies würde bedeuten, daß Informations-Reproduktionsaufgaben und -Reduktionsaufgaben, speziell solche mit kleinen Informationseinheiten, im täglichen Leben besonders häufig praktiziert werden. Die relativ geringe durchschnittliche Gesamtinformation bei den Items der ersten Hauptkomponente spricht dafür, daß Informations-Reduktionsaufgaben 'leichter' sind als z.B. entsprechende Produktions-Aufgaben, wobei Redundanzausnützung eine wesentliche Rolle spielt.

Nachdem nun für die fünf Hauptkomponenten mittlerer Rohwert als konventionelles Intelligenzkriterium und mittlere Informationsverarbeitungsleistung als informationstheoretisches Leistungskriterium einander gegenübergestellt und relativ ausführlich diskutiert wurden, sollen nun die korrelativen Beziehungen zwischen diesen beiden Indizes betrachtet werden.

	F 1	F 2	F 3	F 4	F1, F2, F3 *
$r(IG \times M_{RW} - M_{RW})$	.53	.76 s.	.87s.s.	.39	.64 s.s.

* vgl. S.

Es kann ein durchweg positiver Zusammenhang zwischen Informationsverarbeitung und Rohwert pro Item konstatiert werden. Im zweiten und im dritten Leistungsbereich ist diese Korrelation statistisch abgesichert. Faßt man die kennzeichnenden Variablen der Faktoren 1, 2 und 3 zu einem einzigen Aufgabenrepertoire zusammen, so manifestiert sich auch hier eine signifikante Beziehung. Dieses Ergebnis läßt folgende Interpretation zu: Die beiden Indizes für Informationsverarbeitungs- und Intelligenzleistung

letztere hier durch den Rohwert repräsentiert - weisen einen bedeutsamen Anteil an gemeinsamer Varianz auf. Dieser gemeinsame Varianzanteil ist jedoch in den verschiedenen Bereichen der hier repräsentierten Leistungsstruktur verschieden stark ausgeprägt.

Die Tatsache einer deutlich nachweisbaren, positiven Beziehung zwischen Kriterien für Informationsverarbeitung und intelligentem Verhalten spricht für eine Beibehaltung der Annahme, daß Intelligenzleistungen als Informationsverarbeitungsleistungen aufgefaßt werden dürfen.

Die Feststellung, daß dieser positive Zusammenhang nur einen Teil der Gesamtvarianz abdeckt und für verschiedene Leistungsformen unterschiedliche Ausprägung hat, weist daraufhin, daß die informationstheoretische Betrachtungsweise zusätzliche Aspekte einbringt.

Aufschluß über den Zusammenhang zwischen Informationsverarbeitungsleistung und Höhe der Faktorenladung der Items geben nachstehende Daten.

	F1	F2	F3	F4
$(IG \times M_{RW} - r_F)$	-.13	.43	+.55	+.80 s.

Bei den Faktoren 1, 2 und 3 bestehen keine statistisch relevanten Beziehungen. Für die Aufgaben der Hauptkomponente 'Informations-speicherung' bzw. 'Merkfähigkeit' gilt jedoch: Je größer die durchschnittliche Informationsverarbeitung pro Item ist, desto höher ist die Faktorenladung dieses Items. Diese Feststellung ist auf dem 5 %-Niveau gesichert.

Eine bessere Einordnung und Wertung dieses Befundes und der oben referierten Zusammenhänge zwischen Item-Gesamtinformation und Höhe der Faktorenladung soll folgende Gegenüberstellung ermöglichen.

	F 1	F 2	F 3	F 4	/x/
$r_{(M_{RW}-r_F)}$	.64	-.10	-.51	+.04	.32
$r_{(J_G \times M_{RW}-r_F)}$	-.13	+.43	+.55	.80 s.	.48
$r_{(J_G-r_F)}$	-.71 s.	.38	.22	.33	.41
			(+.81 s. *)		(.56)

*ohne Variable 18, die von ihrer Struktur her den Informations-Produktions-Aufgaben zuzuordnen ist.

Erstellt man jeweils das arithmetische Mittel der (absoluten) Korrelationskoeffizienten über alle 4 Faktoren, so zeigt sich, daß die Rohwerte im allgemeinen weniger mit der Höhe der Faktorenladung einer Variablen zu tun haben als die beiden informationstheoretischen Indizes.

So sind offenbar der erste und der dritte Leistungsbereich durch den Ausprägungsgrad der Item-Gesamtinformation mitgeknennzeichnet, der vierte Leistungsbereich durch den Umfang der Informations-verarbeitungsleistung pro Item.

Mit dem Ziel, die Verhaltensrelevanz informationstheoretischer Termini aufzuzeigen, wurden Mittelwerte und Korrelationen für verschiedene Indizes und Itemstichproben bestimmt und diskutiert. Da der fünfte Leistungsbereich nur durch 3 Variablen gekenn-zeichnet ist, wovon eine Variable die beiden anderen z.T. mit-repräsentiert (V 32), war es nicht sinnvoll, auch hier die genannten Parameter zu berechnen. Aus diesem Grund soll Faktor 5 jetzt noch kurz gesondert betrachtet werden.

Die durchschnittliche Informationsverarbeitungsleistung liegt mit 10,7 bit bei den 3 Aufgaben von Faktor 5 deutlich niedriger als bei den 4 anderen Leistungsbereichen. Die Tatsache, daß bei diesen Leistungsformen die Bearbeitungsgeschwindigkeit

weitgehend in den Hintergrund tritt, kann diesen Unterschied nicht hinreichend erklären; denn auch bei den Merkfähigkeits- bzw. Informationsspeicherungsaufgaben wird etwa doppelt soviel Information verarbeitet.

Konzeptbildung verlangt, eine größere Anzahl von Stimulus-Response-Verbindungen über einen ausreichend langen Zeitraum zu speichern und gleichzeitig zu berücksichtigen. Neben dem Gegenwartsspeicher wird auch der mittelfristige Speicher in Anspruch genommen, speziell die Kapazität beider Speicher kommt zum Tragen.

Die durchschnittliche Gesamtinformation pro Verarbeitungsschritt wurde mit $J_G = 8$ bit für den Zeitpunkt angesetzt, zu dem das zugrunde liegende Konzept noch völlig unbekannt ist. Dieser Informationsbetrag würde sich mit zunehmender Kenntnis über das Konzept bis zu $J_G = 4$ bit verringern.

Sicher ist es realistisch, davon auszugehen, daß zu Beginn des Konzeptbildungsprozesses immer mehrere Stimulus-Response-Kombinationen aus dem mittelfristigen Speicher aktiviert werden. Deshalb ist die Gesamtinformation anfangs wesentlich höher als 8 bit.

Bei den Faktoren 2, 3 und 4 werden im Mittel 178,1 bit pro Item verarbeitet. Unter der Voraussetzung, daß der 'wahre' Umfang an mittlerer Informationsverarbeitung bei den Aufgaben der fünften Hauptkomponente etwa gleich groß ist, läßt sich für die Items von Faktor 5 eine mittlere Gesamtinformation von $J_G = 16,6$ bit hochrechnen bzw. schätzen. Dies würde bedeuten, daß eine Versuchsperson durchschnittlich zusätzlich zu der jeweils realisierten Stimulus-Response-Kombination von $J_G = 4$ bit und der als feed-back gespeicherten Kombination von ebenfalls 4 bit noch zwei bereits früher als feed-back gespeicherte Stimulus-Response-Verbindungen von je 4 bit aus dem mittelfristigen Speicher aktiviert.

Die Tragfähigkeit dieser Hypothese wäre mittels einer geeigneten Versuchsanordnung zu überprüfen.

Zusammenfassung der Resultate und Interpretation zu
Hypothese IV:

Es wurde folgendes Vorgehen praktiziert:

Ausgehend von den oben beschriebenen informationstheoretischen Indizes wird für die Item-Gruppen, die die Faktorenstruktur der Datenstichprobe konstituieren, bzw. für eine Kombination aus diesen, geprüft, ob eine relevante Beziehung zu konventionellen Leistungskennwerten besteht. Des weiteren werden diese Item-Gruppen bezüglich der verschiedenen informationstheoretischen Indizes und deren Beziehungen zu konventionellen Leistungswerten miteinander verglichen, d.h. auf bedeutsame Unterschiede und Übereinstimmungen hin einander gegenübergestellt.

Als grundlegendste Ergebnisse seien nochmals genannt:

Der Informationsgehalt einer Aufgabe, d.h. die durchschnittlich zu bearbeitende Gesamtinformation, ist verhaltensrelevant; er beeinflusst in statistisch bedeutsamen Umfang die Leistungsmenge und deren individuelle Streuungsbreite, also Schwierigkeitsgrad und Differenzierungsfähigkeit eines Items.

Die vorliegenden Fakten bestätigen die Annahme, daß die hier realisierten, relativ einfachen informationstheoretischen Indizes gegenüber den herkömmlichen Intelligenzkennwerten einen Informationsgewinn darstellen.

Die "mittlere Gesamtinformation" erweist sich unter dem Gesichtspunkt der Verhaltensrelevanz den alternativen informationstheoretischen Termini "Stimulus-Information" und "Response-Information" als Kriterium überlegen.

Dieses Prinzip manifestiert sich durchgängig bei den einzelnen Leistungsbereichen, nicht aber bei einer aus mehreren Leistungsbereichen kombinierten Itemstichprobe. Auf Grund dieser Tatsache erscheint eine inhaltliche, interpretative Differenzierung zwischen verschiedenen Leistungskomponenten, speziell zwischen verschiedenen Qualitäten der Informationsverarbeitung sinnvoll und notwendig. In die gleiche Richtung

weist die Feststellung weiterer korrelativer Beziehungen zwischen den oben eingeführten Indizes, die in ihrem Ausprägungsgrad für die verschiedenen Aufgabengruppen stark variieren.

Die Tatsache, daß die durch den Rohwert repräsentierte Leistung, welche ein Intelligenzitem provoziert, vom Umfang des Informationsgehaltes dieses Items abhängt, bestätigt neuerlich die Grundhypothese: Intelligenzleistungen sind Informationsverarbeitungsleistungen.

Für die Qualitäten von Informationsverarbeitung - Reduktion und Reproduktion, Produktion, Konservierung, Speicherung - ergaben sich einige bemerkenswerte Einzelergebnisse:

Im Bereich Informations-Reduktion und -Reproduktion besteht eine negative Abhängigkeit der Höhe der Faktorenladungen von der Item-Gesamtinformation.

Für die Gruppe der Informationsspeicherungsaufgaben konnte ein positiver Zusammenhang zwischen Höhe der Faktorenladung und der durchschnittlichen Informationsverarbeitungsleistung pro Item festgestellt werden.

Bei Aufgaben für Informations-Produktion und für Informations-Konservierung existiert - im Unterschied zu den anderen Bereichen - eine enge positive Bindung zwischen dem Rohwert und dem Index für Informationsverarbeitungsleistung. In geringerer Ausprägung, aber ebenfalls signifikant, ist diese Beziehung auch für eine Kombination der die Faktoren 1, 2 und 3 kennzeichnenden Items zu beobachten.

Die Überprüfung dieser interessanten Einzelergebnisse auf ihre Verallgemeinerbarkeit und ihre Einordnung in ein ganzheitliches Konzept bieten Ansätze für Folgeuntersuchungen.

Die den 5 Faktoren entsprechenden Itemgruppen unterscheiden sich sehr deutlich bezüglich der von ihnen im Durchschnitt provozierten Rohwerte (M_{RW}). Im Vergleich hierzu wesentlich

geringere Differenzen bestehen aber auch hinsichtlich des Durchschnitts der "mittleren Item-Gesamtinformation" (M_{J_G}). Dagegen ist offenbar das Quantum der Informationsverarbeitungsleistungen - zumindest weitgehend - für die verschiedenen Leistungsbereiche gleich groß. Die Abweichung bei Faktor 1 dürfte sich sehr wahrscheinlich durch das relativ geringe mittlere Informationsangebot pro Item erklären.

Unter der Voraussetzung, daß die 5 Leistungsbereiche verschiedene Qualitäten der Informationsverarbeitung repräsentieren (vgl. S. 370), folgt dann: Das Quantum der jeweiligen Informationsverarbeitung ist unabhängig von der Qualität (Art) der Informationsverarbeitung.

Diese Aussage leitet sich von empirischen Ergebnissen dieser Untersuchung ab. Sie sollte jedoch zusätzlich in künftige Untersuchungen auf ihre Reichweite hin analysiert werden. Dabei wäre insbesondere zu prüfen, inwieweit sich der Umfang des "mittleren Informationsgehaltes" eines Items auf die Informationsverarbeitungs-
menge auswirkt.

Untersuchungsergebnisse -

Zusammenfassende Diskussion und Perspektiven

=====

Spezifische Itemvariationen

Zusammenfassende Diskussion und Perspektiven

In das Versuchsmaterial wurden 7 spezifische Variationen zusätzlich mit aufgenommen. Es handelt sich dabei um Komponenten von Aufgabenstellungen, die unter informationstheoretischem Aspekt Verhaltensrelevanz erwarten lassen.

Zwecks dieses Untersuchungsabschnittes ist, zusätzliche Perspektiven aufzuzeigen und entsprechende experimentelle Ansatzmöglichkeiten zu demonstrieren.

Vorab war zu klären, welche Effekte auf die (konstante) Applikationsfolge der Itembatterie zurückgehen. Es zeigte sich folgende Situation:

Obwohl Symbol-Items grundsätzlich vor parallelen Buchstaben- und Ziffern-Aufgaben stehen, sind sie schwieriger bzw. fordern ein größeres Ausmaß an Informationsverarbeitung pro Element.

Bei Buchstaben- und Ziffern-Items, nicht bei den Symbol-Items, ist ein durch die Applikationsfolge bedingter Übungseffekt nachweisbar. Dieser Einfluß auf die Leistung der Versuchspersonen wird jedoch durch die spezielle Anordnung der Aufgaben innerhalb der gesamten Itembatterie im Mittel neutralisiert.

Es wurden 7 Variationskriterien realisiert und geprüft.

3 der variierten Aspekte erwiesen sich unter den gegebenen Versuchsbedingungen nicht als relevant:

- die Variation der Elementen-Anordnung: Sequenz - 4-Felder-Muster - 16-Felder-Muster
- die Variation der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Item-Stimuli: gleiche Wahrscheinlichkeiten - ungleiche Wahrscheinlichkeiten
- die Variation des Umfangs des Elementen-Repertoires bei Buchstaben-Items: $U = 10$ - $U = 26$

Diese Feststellung kam nicht überraschend, da die experimentellen Bedingungen primär auf die Prüfung der 4 Haupthypothesen abgestellt sind. Sie ist eher als Hinweis zu verstehen, daß diese 3 Fragestellungen mittels eigener Versuchsanordnungen nochmals neu anzugehen sind.

Items, die speziell zur Prüfung der 7 kritischen Aspekte eingeführt worden waren, sich aber unter den gegebenen Bedingungen nicht als relevant erwiesen, brauchten im weiteren Untersuchungsablauf nicht berücksichtigt zu werden.

4 Variationskriterien zeigten sich als wirksam:

- Der 'Elemententyp' bei Items (Buchstaben, Symbole, Ziffern) ist insofern bedeutsam, als Buchstaben- und Ziffern-Items auf der einen und analoge Symbol-Items auf der anderen Seite zwar gleiche Leistungsbereiche ansprechen, aber unterschiedliche Schwierigkeitsgrade repräsentieren.
- Empirische Relevanz erlangten auch die 'Dimensionalität' der Aufgabenstimuli und -responses: 1-dimensional - 4-dimensional
- ebenso wie das 'Vorhandensein bzw. Nichtvorhandensein eines Abstandes zwischen benachbarten Symbolen' bei Symbol-Items
- und Variationen des "Zahlen-Symbol-Tests" bezüglich des Typs der Stimulus- und Response-Elemente.

Hauptargument für die Einführung von 7 zusätzlichen Variationskriterien war einmal die Möglichkeit, intervenierende Tendenzen, die aus informationstheoretischem Blickwinkel gesehen eine Rolle spielen konnten, zu kontrollieren und zu verdeutlichen.

Zum anderen sollte aufgezeigt werden, wie viele im allgemeinen wenig beachtete Aspekte, hier Detailles von Aufgabenstellungen, unter dem Gesichtspunkt ihrer Information Bedeutung gewinnen können. Dies scheint gelungen.

Ad Hypothese I

Zusammenfassende Diskussion und Perspektiven

Die als Hypothese I formulierte Annahme, es sei möglich, an einer kongruenten Itemstichprobe Repräsentativität für Intelligenzitems und Informationsverarbeitungsaufgaben zu realisieren, konnte für einen Modellbereich bestätigt werden.

Der Umfang bzw. die Grenzen dieses Modellbereiches ist durch Auswahl der Items festgelegt. Denn auf Grund der Kriteriums 'informationstheoretische Quantifizierbarkeit' wurden nur einfach strukturierte Aufgabenstellungen herangezogen.

Andererseits wurde besonderer Wert darauf gelegt, daß der Modellbereich in seiner Grundstruktur das Gesamtspektrum der Intelligenzaufgaben und das Gesamtspektrum der Informationsverarbeitungsitems widerspiegelt. Daß dieser Anspruch verwirklicht werden konnte, findet in den Analysen zu Hypothese III seine Bestätigung.

Somit erhält die Unterstützung für Hypothese I und ihre Implikationen Signalwert über den eigentlichen Modellbereich hinaus.

Unter der Voraussetzung, daß komplexe Aufgabenstellungen nicht prinzipiell anders sind als einfache sondern aus einfachen zusammengesetzt sind, - und hierfür sprechen z.B. die Überlegungen zu Hypothese IV - gewinnen die an 'einfachen' Items manifesten Resultate grundsätzliche Bedeutung.

Diese Voraussetzung könnte geprüft werden, indem versucht wird, komplexe Aufgabenstellungen in ihre einzelnen Operationen aufzugliedern und deren Zusammenwirken zu analysieren.

Hypothese III besagt, daß die in Annahme I intendierte Itemstichprobe auch verhaltensrelevant ist, sie baut sozusagen auf Annahme I auf.

Andererseits gewinnt Hypothese I ihre eigentliche Bedeutung erst durch eine Bestätigung für Hypothese III. Denn das Forschungsinteresse gilt weniger der Aufgabensstellung an sich, sondern der Frage, inwieweit sie bestimmte Verhaltensweisen, speziell Leistungen anspricht.

Als gesichert kann gelten, daß ein Teil der Intelligenzitems nach gängiger Praxis auch als Informationsverarbeitungsaufgaben gilt und umgekehrt. Es existiert ein Überschneidungsbereich zumindest bezüglich der Haupttypen beider Aufgabenspektren.

Im Hinblick auf die allgemeine Arbeitshypothese 'Intelligenzleistungen sind spezifische Informationsverarbeitungsleistungen' erscheint es sinnvoll, den Umfang dieses Überschneidungsbereiches auszuloten. Die Unterstützung für Annahme I könnte durch Einbeziehen komplexerer Aufgaben auf eine noch breitere Basis gestellt werden.

Die Ergebnisse zu Hypothese I erlauben es, an der allgemeinen Arbeitshypothese festzuhalten.

Ad Hypothese II

Zusammenfassende Diskussion und Perspektiven

Hypothese II postuliert: Die Aufgaben einer unter dem Aspekt der Repräsentativität für Intelligenz - und zugleich für Informationsverarbeitungssystemen erstellten Itembatterie sind informationstheoretisch quantifizierbar. Diese Annahme konnte für den Modellbereich bestätigt werden. (siehe Ausführungen bezüglich des Modellbereichs bei Hypothese I)

Quantitativ-informationstheoretische Definition von Intelligenz- und Informationsverarbeitungsaufgaben ermöglicht die Operationalisierung der entsprechenden Intelligenz- bzw. Informationsverarbeitungsleistungen. Sie bietet einen Weg, beobachtbare Fakten (z.B. erschlossene Fähigkeiten) in ein systematisches Zuordnungsverhältnis zu bringen. In dieser Möglichkeit zeichnen sich vielfältige interessante Perspektiven ab. Z.B. ergeben sich Ansätze, verschiedene Leistungsformen sowie Leistungen unterschiedlichen Komplexitätsniveaus vergleichbar zu machen.

Ihren eigentlichen Wert erhält die Bestätigung von Hypothese II durch die Resultate zu Hypothese IV, in denen die Verhaltensrelevanz von quantitativen und qualitativen Informationsindizes manifest wird.

Für weiterführende Untersuchungen bietet sich an, den Geltungsbereich der Hypothese II auszuweiten.

Dies kann geschehen, indem der methodische Aspekt stärker in den Vordergrund gerückt wird als es in der vorliegenden Studie möglich war. Zu diesem Zweck können auch die komplexeren Informationsmaße Anwendung finden.

Es sollten komplexere Aufgabenstellungen untersucht werden:

Dabei wären eine genaue Analyse der Aufgabenstruktur und eine Aufgliederung der entsprechenden Informationsverarbeitungsprozesse in geeignete Informationseinheiten von großer Bedeutung. Die Gefahr, mehrgliedrige Informationsverarbeitungsprozesse unzulässigerweise als eine einzige Informationseinheit zu behandeln, wurde in dieser Untersuchung klar. (siehe Ausführungen zu Hypothese IV)

Eventuell können Simulationsmöglichkeiten für Prozesse aus der modernen Computertechnik genutzt werden.

Ad Hypothese III

Zusammenfassende Diskussion und Perspektiven

Hypothese III beinhaltet die Frage, ob das (zweifache) Auswahlkriterium der Repräsentativität für Intelligenz- und Informationsverarbeitungsaufgaben insofern verhaltensrelevant ist, als die resultierende Itembatterie auch entsprechend repräsentative Leistungsstrukturen provoziert. Diese Annahme wurde aus Zweckmäßigkeitsgründen in ihre beiden inhaltlichen Komponenten aufgegliedert und diese gesondert behandelt.

Ad Teilhypothese III a:

Sie lautet: Die zur Prüfung der Hypothesen I und II erstellte Itembatterie provoziert ein repräsentatives Spektrum von Intelligenzleistungen. Die faktorenanalytische Überprüfung ergab eine Leistungsstruktur, deren 5 Hauptkomponenten eindeutig als die Jäger'schen (1967) Hauptdimensionen intelligenten Verhaltens identifiziert werden können.

Diese Hauptfaktoren sind nicht deckungsgleich mit denen bei Jäger, sondern vertreten deren einfachere Leistungsformen. Wir haben es mit einer strukturellen Übereinstimmung zu tun, die für die Ziele dieser Studie vollkommen ausreichend ist.

Die Fundierung der Faktoren ist befriedigend. Nur der als "Verarbeitungskapazität, formallogisches Denken und Urteilsfähigkeit" bezeichnete Leistungsbereich erweist sich als weniger einheitlich und geschlossen. Hier könnten eine Verbreiterung der Aufgabenbasis und eine Analyse der

Binnenstruktur dieser Dimension weiterführen.

Eigenständige Materialfaktoren treten in der Analyse nicht hervor.

Bedingt durch die Hereinnahme spezieller Merkfähigkeitsaufgaben zeigt sich erwartungsgemäß auch eine eigenständige Dimension 'kurzfristige Merkfähigkeit'.

Generell sind offenbar strukturelle Itemeigenschaften verhaltenswirksamer als materialbezogene und manifestieren sich entsprechend mehr die funktionalen als materialbedingten Leistungsaspekte. Hierin kann ein Hinweis gesehen werden, daß Jägers "Materialfaktoren" möglicherweise doch eher funktionaler Natur sind, eine Möglichkeit die er selbst offen hält.

Zu klären, inwieweit vielleicht das hier realisierte Komplexitätsniveau in diesem Zusammenhang eine Rolle spielt, muß künftigen Arbeiten überlassen bleiben.

Unabhängig vom hier intendierten Untersuchungsziel ist die Feststellung interessant, wie sich komplexe Leistungsstrukturen mittels relativ einfacher Aufgabenstellungen in den wesentlichen Grundzügen abbilden lassen. Hier könnten sich positive Möglichkeiten entwickeln, z.B. bezüglich der Konstruktion von Kurztests, informationstheoretischer Experimente mit vertretbarem methodischen Aufwand oder der elektronischen Darstellung solcher Aufgabenstellungen.

Ad Teilhypothese III b:

Sie postuliert: Die zur Prüfung der Hypothesen I und II erstellte Itembatterie provoziert eine Leistungsstruktur, die die 3 Grundformen von Informationsverarbeitung hinreichend repräsentiert und durch diese hinreichend beschrieben werden kann.

Diese Annahme fand in den Auswertungsergebnissen grundsätzliche Bestätigung.

Darüberhinaus rückte die informationstheoretische Analyse der Ergebnisse eine Reihe weiterer wesentlicher Befunde in den Vordergrund.

Es wurde deutlich, daß Stimulus- und Responseinformation als alleinige Ausgangsbasis für eine qualitative oder quantitative Definition der Aufgaben bereits auf dem vorliegenden Komplexitätsniveau nicht mehr bei allen Items ausreichend sind, sondern deren Aufbau berücksichtigt werden muß.

Eine schematische Darstellung von Informationsverarbeitungsprozessen konnte deren Zusammensetzung aus einzelnen Bearbeitungsschritten (Informationseinheiten) demonstrieren.

Dabei wurde deutlich, daß Informations-Konservation und kurzfristige Informations-Speicherung bei allen Formen von Informationsverarbeitung beteiligt sind, sozusagen als 'Hilfsfunktionen'.

Gemeinsame Komponenten bei Items, die verschiedenen Grundtypen von Informationsverarbeitung zuordnen, können als verantwortlich für gemeinsame Faktorenladungen identifiziert werden.

Informations-Konservation, nicht im Sinne einer allgemeinen Hilfsfunktion sondern einer Grundform von Informationsverarbeitung, manifestiert sich offenbar nur an Aufgaben mit einem etwas höheren Komplexitätsniveau, hier an Symbol-Items.

Diese Feststellung kann überprüft werden, indem die hier verwendete Itematterie um eine angemessene Anzahl komplexer Buchstaben- und Ziffern-Items erweitert und dem gleichen Applikations- und Auswertungsvorgang nochmals unterzogen wird. Dem Ergebnis einer Anschlußuntersuchung mit dieser

Zielsetzung käme insofern besondere Bedeutung zu, da sie klären könnte, ob die Dimension Informations-Konservation funktionaler Natur ist - wie das Informationskonzept behauptet - oder materialbedingt.

Bezüglich der im vorliegenden Datenmaterial identifizierten Dimension 'kurzfristige Informations-Speicherung' könnte versucht werden, in einem experimentellen Ansatz mit komplexeren Aufgabenstellungen verschiedener Art zu klären, ob sie sinnvoller Weise eher als 'Hilfsfunktion' oder als eigenständige Funktionseinheit der Informationsverarbeitung zu bezeichnen ist.

Bei entsprechender Anlage dieser Untersuchung könnte auch geklärt werden, inwieweit sich der Alltagsgebrauch verschiedener Inhalte der Informationsspeicherung (z.B. Elementenfolgen, Zuordnungen) im Experiment abbilden läßt.

Zusammenfassende Wertung für die Teilhypothesen

Hypothese III kann auf Grund der empirischen Befunde für den Modellbereich dieser Studie aufrechterhalten werden. Somit kann auch die allgemeine Arbeitshypothese, daß Intelligenzleistungen eine spezielle Art von Informationsverarbeitungsleistungen sind, beibehalten werden.

Gesichert ist, daß 'Intelligenzleistung' und 'Informationsverarbeitungsleistung' (auf Intelligenzniveau) einen relevanten Überschneidungsbereich besitzen, daß beide Termini wenigstens zu wesentlichen Teilen die gleichen Phänomene beschreiben.

Die positiven Befunde zu Hypothese III sind als zusätzliche Unterstützung für Annahmen in Hypothese I zu werten.

Ad Hypothese IV

Zusammenfassende Diskussion und Perspektiven

Als Ableitung der übergreifenden Arbeitshypothese dieser Studie, daß Intelligenleistungen eine spezifische Art von Informationsverarbeitungsleistungen sind, wurde als Hypothese IV artikuliert:

Die informationstheoretischen Quantifizierungsindizes stehen in spezifischer, systematischer Relation zum konventionellen Konstrukt Intelligenz.

Diese Annahme setzt eine Erfüllung des Postulates II voraus, die quantitativ-informationstheoretische Definierbarkeit der betreffenden Items. Das Kriterium wurde als gegeben angesehen, nachdem für alle Aufgaben die für die angestrebte Quantifizierung erforderlichen Komponenten bestimmt werden konnten.

In der Analyse der Daten bezüglich Hypothese III zeichnete sich ab, daß Stimulus-Information und Response-Information als Kennwerte eine Aufgabe häufig nur unbefriedigend charakterisieren.

Aus diesem Grund wurde die sogenannte 'mittlere Gesamtinformation' als besser geeigneter Index gewählt. In diesen Wert geht die Tatsache mit ein, daß sich ein Informationsverarbeitungsprozeß aus mehreren Einzeloperationen zusammensetzen kann, daß 'zwischen' Stimulus-Information und Response-Information mehrere 'Informationseinheiten' liegen können. Die 'mittlere Gesamtinformation' erwies sich als verhaltensrelevant:

Sie beeinflußt in statistisch bedeutsamen Umfang die Leistungsmenge und deren individuelle Streuungsbreite.

Dieser Befund, daß die durch den Rohwert repräsentierte Leistung, die ein Item provoziert, vom Informationsgehalt dieses Items abhängt, stützt die allgemeine Arbeitshypothese, wonach Intelligenzleistungen Informationsverarbeitungsleistungen sind.

Die 'mittlere Gesamtinformation' erweist sich gegenüber der 'Stimulus-Information' und der 'Response-Information' als der bessere Index für Leistungsverhalten.

Bei der Analyse der Auswertungsergebnisse fällt auf, daß die ausgeprägte Beziehung zwischen Rohwert und Item-Gesamtinformation sich konsistent in den einzelnen Leistungsbe-
reichen zeigt, nicht aber in einer zusammengefaßten Item-
stichprobe. Diese Tatsache läßt eine inhaltliche und interpre-
tative Differenzierung zwischen verschiedenen Leistungshaupt-
komponenten, speziell zwischen verschiedenen Qualitäten
der Informationsverarbeitung als notwendig erscheinen.
Aus der Beziehung zwischen Informationsindizes - insbe-
sondere Item-Gesamtinformation und Informationsverarbeitungs-
leistung - und der Höhe der Faktorenladungen ergaben sich
zum Teil gute Anhaltspunkte für die informationstheoretische
Charakterisierung der Leistungsbereiche.

Von den weiteren Einzelergebnissen soll noch eines, da
vielleicht von besonderem Interesse, angeführt werden:
Mehrere empirische Hinweise sprechen für die Annahme,
daß die durchschnittliche Informationsverarbeitungs-
leistung für die 5 Hauptsektoren der Leistungsstruktur
etwa gleich groß ist, obwohl diese sich sehr deutlich
bezüglich des mittleren Rohwertes unterscheiden.
Unter der Voraussetzung, daß die 5 Leistungsbereiche

verschiedene Grundtypen bzw. Varianten von Informationsverarbeitung repräsentieren, läßt sich folgende These formulieren:

Das Quantum der jeweiligen Informationsverarbeitung ist unabhängig von der Qualität (Art) der Informationsverarbeitung.

Diese These kann mittels einer geeigneten Versuchsanordnung auf ihre Tragfähigkeit hin überprüft werden.

Die Erwartung, daß informationstheoretische Indizes in systematischer Beziehung zum Konstrukt Intelligenz stehen - hier repräsentiert durch den Rohwert bei verschiedenen Intelligenzitems - kann als bestätigt gelten.

Es konnte auch gezeigt werden, wie informationstheoretische Kennwerte zur Interpretation einer konkreten Intelligenzstruktur beitragen können.

Gesamtkonzeption

Zusammenfassende Diskussion und Perspektiven

Globales Ziel dieser Arbeit war es, exemplarisch Möglichkeiten aufzuzeigen und zu erproben, die das informationstheoretische Konzept in bezug auf die theoretische und praktische Differenzierung und Handhabung des Konstruktes Intelligenz bietet:

Auf dieser Ausgangsbasis wurde als allgemeine Arbeitshypothese festgelegt:

'Intelligenzleistungen im herkömmlichen Sinn sind eine spezielle Art von Informationsverarbeitungsleistungen'.

Die Gültigkeit dieser Annahme konnte im Rahmen dieser Untersuchung nur für Ausschnitte der Gesamtspektren von Intelligenz- und Informationsverarbeitungsleistungen geprüft werden, für einen 'Modellbereich'.

Für diesen Modellbereich fand die allgemeine Arbeitshypothese Unterstützung durch die Bestätigung von 4 aus ihr abgeleiteten Hypothesen.

Der Modellbereich umfaßt Intelligenz- bzw. Informationsverarbeitungsaufgaben relativ geringen Schwierigkeitsgrades. Diese Eingrenzung war notwendig, da einerseits das Kriterium der informationstheoretischen Quantifizierbarkeit unverzichtbar war, andererseits aber der Arbeitsschwerpunkt nicht im Bereich informationstheoretisch-mathematischer Methodik gesetzt werden konnte - der Versuch, komplexere Aufgaben quantitativ-informationstheoretisch zu bestimmen, hätte eine entsprechende Verlagerung des Arbeitsschwerpunktes mit sich gebracht.

Im Rückblick ist zu konstatieren, daß sich die Verwendung 'einfacher' Aufgabenstellungen als günstig erwiesen hat, da hierdurch die Analyse von Informations-

verarbeitungsprozessen in ihren Grundeinheiten besonders angeregt und erleichtert wurde.

Die Studie konnte zeigen, daß informationstheoretische Konzeption einen inhaltlichen Beitrag zur Erklärung von Leistungsstrukturen und ihrem Zustandekommen liefern kann.

Wie die Untersuchungsergebnisse belegen, vermögen Informationskennwerte die Operationalisierung von Leistungsstrukturen zu verbessern und zu deren Differenzierung beizusteuern.

Die Annahme eines globalen Leistungsfaktors 'Informationsverarbeitung' findet in den vorliegenden Befunden keine Unterstützung.

Für die Typisierung von einfachen Informationsverarbeitungsprozessen haben sich die 3 Grundformen von Informationsverarbeitung bewährt. Um auch komplexe Verarbeitungsvorgänge befriedigend in die Kategorien Informations-Konservation, -Produktion und -Reduktion einordnen zu können, muß ein geeigneter operationaler Modus gefunden werden.

Viele Perspektiven in Planung und Durchführung der Untersuchungskonzeption, die wegen der unerläßlichen Prioritätensetzung bezüglich des experimentellen Vorgehens nicht verfolgt werden konnten, bleiben als Anregungen für weiterführende Arbeiten wirksam.

Gleichmaßen lieferten auch die Befunde dieser Studie eine ganze Reihe von Hinweisen auf erfolgversprechende Untersuchungsansätze.

Bereits die Verlängerung der Bearbeitungszeit dürfte zu neuen Resultaten führen. Speziell einige der hier nicht verhaltenswirksamen Variationskriterien von Items, könnten unter dieser veränderten Bedingung doch zu anderen Ergebnissen führen.

Die vorliegenden Resultate sollten an einer Itemstichprobe überprüft werden, die auch komplexe Aufgabenstellungen für die einzelnen Leistungsbereiche umfaßt, um die Tragweite der für diese Studie bestätigten Annahmen auszuloten.

Die Frage der Redundanznutzung bei Intelligenzaufgaben und die Validierung von Informationsverarbeitungsindizes an Außenkriterien (z.B. Schulnoten, Berufserfolg) könnten Gegenstand anschließender Studien mit dem Ziel einer weiterführenden Bearbeitung der abgehandelten Thematik sein.

Gesamtzusammenfassung

=====

Die psychologische Informationstheorie sieht das Individuum als 'informationsverarbeitendes System'.

Um mit der informationstheoretischen Sichtweise vertraut zu machen, wurden die 'Grundbedingungen des Informationsaustausches', der 'Informationsbegriff' sowie die 'Methoden zur informationstheoretischen Bestimmung von Variablen und Variablensystemen' diskutiert.

Ein Überblick über die gegenwärtige Situation zum Thema 'Informationstheorie und Intelligenzforschung' führte zur Artikulierung des Themas der vorliegenden Studie:

ANSÄTZE UND MÖGLICHKEITEN ZUR APPLIKATION INFORMATIONSTHEORETISCHER KONZEPTE UND METHODEN AUF PROBLEME DER INTELLIGENZFORSCHUNG.

Aus dieser globalen Zielsetzung heraus wurde folgende allgemeine Arbeitshypothese entwickelt:

INTELLIGENZLEISTUNGEN SIND EINE SPEZIELLE ART VON INFORMATIONSVARBEITUNGSLEISTUNGEN.

Ausgehend von einer Grundkonzeption für das experimentelle Vorgehen wurden 4 Hypothesen zur Prüfung der übergreifenden Arbeitshypothese für einen definierten 'Modellbereich' erarbeitet:

- I. Es ist möglich, das Kriterium der Repräsentativität für Intelligenzitems und Informationsverarbeitungsitems an einer kongruenten Aufgabenstichprobe zu realisieren.
- II. Die Aufgabenstellungen der resultierenden Itembatterie sind quantitativ-informationstheoretisch definierbar.

- III. Die auf Grund der Kriterien I und II konstituierte Itembatterie provoziert ein Reaktionsspektrum, das für Intelligenzleistungen und Informationsverarbeitungsleistungen repräsentativ ist.
- IV. Die informationstheoretischen Quantifizierungsindizes stehen in spezifischer, systematischer Relation zum konventionellen Konstrukt Intelligenz.

Auf der Grundlage von Jägers (1967) "Hauptdimensionen der Intelligenz" und der Taxonomie für Informationsverarbeitungsaufgaben von Posner (1964) als Repräsentativitätskriterien im Sinne von Hypothese I wurde eine Batterie von 56 Items zusammengestellt.

Gleichzeitig wurde auch dem Postulat von Hypothese II Rechnung getragen.

Beide Hypothesen konnten für den Modellbereich relativ einfacher Aufgabenstellungen befriedigend bestätigt werden.

Die Applikation der Itembatterie auf eine Stichprobe von 130 Versuchspersonen lieferte die Daten zur Überprüfung von Hypothesen III und IV.

Die Analysen stützen sich auf statistische Berechnung der Mittelwerten und Streuungen für alle Items, Interkorrelationen und 2 Faktorenanalysen.

Die Auswertung des Datenmaterials stützt sich auf eine auf 43 Items reduzierte Itembatterie in Verbindung mit 3 Versuchspersonenvariablen; denn 13 'explorative' Aufgabenvariationen konnten als unter den gegebenen Bedingungen verzichtbar ausgeschieden werden.

Auch die Hypothesen III und IV fanden für den Modellbereich Bestätigung.

Die allgemeine Arbeitshypothese, daß Intelligenzleistungen als Informationsverarbeitungsleistungen aufgefaßt werden können, kann für den Modellbereich aufrechterhalten werden.

Die globale Zielsetzung der vorliegenden Studie, Wege und Vorteile einer Applikation informationstheoretischer Konzepte und Methoden in der Handhabung des Konstruktes 'Intelligenz' exemplarisch aufzuzeigen, darf als erreicht gelten.

Aus der Studie, die teils explorativ und teils modellartig angelegt ist, gingen zahlreiche und vielfältige Anregungen für weiterführende Untersuchungen hervor.

A N H A N G

=====

Übersicht

	Seite
Liste aller Variablen	396
Einführung zu den Testuntersuchungen	399
Abbildung der 56 Aufgabentypen, die in der Untersuchung zur Anwendung kamen	400
Datenlisten und Protokolldeposition	438
Mittelwerte und Streuungen von 60 Variablen für die Gesamtstichprobe und die 4 Teilstich- proben	439
als Auszug der Hauptkomponentenanalyse für 60 Variablen die rotierten Faktorenmatrizen mit 5, 6 und 7 Faktoren	443
als Auszug der Hauptkomponentenanalyse für 46 Variablen die rotierten Faktorenmatrizen mit 5, 6 und 7 Faktoren	449
Literaturverzeichnis	455
Erklärung über die selbständige Durchführung der Arbeit	
Lebenslauf	

Liste aller Variablen

=====

Inhalt:

Variable:	56 Testaufgaben und 4 Stichprobenvariablen
Item:	43 Testaufgaben als 'reduzierte Itembatterie'
Arbeitskennzeichnung:	Kurzsignierung bei der Konstitution der Itembatterie
Applikationsfolge:	Rangplatz in der definierten, zeitlichen Darbietungsfolge
Aufgabentyp:	Charakterisierende Kurzbezeichnung der 56 Testaufgaben und der 4 Stichprobenvariablen.

Variable	Item	Arbeitskennzeichnung	Applikationsfolge	Aufgabentyp
1	1	I, 1 _{Zw}	15	Modifizierter Mosaiktest (16)/16-Felder-Muster mit Elementenzwischenraum
2	2	I, 1 _G	25	Modifizierter Mosaiktest (16)/16-Felder-Muster ohne Elementenzwischenraum
3	3	I, 2	18	Symbole reproduzieren
4	4	I, 3	16	Symbole durchstreichen
5	5	I, 4 _{Zw}	12	Symbole durchstreichen/mit Elementenzwischenraum
6		I, 4 _G	22	Symbole durchstreichen/ohne Elementenzwischenraum
7	6	I, 5 _{Zw}	11	Symbol-Ziffern-Test/mit Elementenzwischenraum
8	7	I, 5 _G	20	Symbol-Ziffern-Test/ohne Elementenzwischenraum
9	8	I, 6	17	Ziffern reproduzieren
10	9	I, 7	19	Buchstaben reproduzieren
11		I, 8	26	Ziffernmuster übertragen (16)/16-Felder-Muster
12		I, 9	21	Buchstabenmuster übertragen (16)/16-Felder-Muster
13	10	I, 10 _{Zw}	14	Symbolaggregate durchstreichen/mit Elementenzwischenraum
14		I, 10 _G	24	Symbolaggregate durchstreichen/ohne Elementenzwischenraum
15		I, 11	6	Ziffernmuster übertragen (4)/4-Felder-Muster

Variable	Item	Arbeitskenn- zeichnung	Applika- tionsfolge	Aufgabentyp
16		I, 12	4	Buchstabenmuster übertragen (4)/4-Felder-Muster
17	11	I, 13 _{Zw}	13	Modifizierter Mosaiktest (4)/4-Felder-Muster, mit Elementenzwischenraum
18	12	I, 13 _G	23	Modifizierter Mosaiktest (4)/4-Felder-Muster, ohne Elementenzwischenraum
19	13	II, 1 _B beschr.	31	Buchstaben produzieren/beschränktes Buchstaben- repertoire
20	14	II, 2 _B beschr.	32	Silben produzieren/beschränktes Buchstaben- repertoire
21		II, 2 _B Alph.	34	Silben produzieren/Alphabet als Buchstaben- repertoire
22	15	II, 3 _B beschr.	33	Silben erfinden/beschränktes Buchstabenrepertoire
23		II, 3 _B Alph.	35	Silben erfinden/Alphabet als Buchstabenrepertoire
24	16	II, 1 _S	51	Symbole produzieren
25	17	II, 2 _S	52	Symbolaggregate produzieren
26	18	II, 3 _S	53	Symbolaggregate erfinden
27	19	II, 1 _Z	47	Ziffern produzieren
28	20	II, 2 _Z	48	Zahlen produzieren
29	21	II, 3 _Z	49	Zahlen erfinden
30	22	III, 1	2	Gleiche Zahlen
31		III, 2	40	Buchstaben durchstreichen/Alphabet als Buch- stabenrepertoire
32	23	III, 3	1	Gleiche Ziffern
33	24	III, 4	43	Buchstaben durchstreichen/beschränktes Buch- stabenrepertoire
34		III, 5	41	Gleiche Silben/Alphabet als Buchstabenrepertoire
35	25	III, 6	44	Gleiche Silben/beschränktes Buchstabenrepertoire
36	26	III, 7	45	Ziffern-Symbol-Test
37	27	III, 8	5	Ziffern-Buchstaben-Test
38		III, 9	3	Ziffern-Ziffern-Test
39		III, 10	42	Buchstaben-Ziffern-Test
40	28	IV, 1	46	1 Dimension identifizieren/Ziffern
41	29	IV, 2	50	2 Dimensionen identifizieren/Ziffern

Variable	Item	Arbeitskenn- zeichnung	Applika- tionsfolge	Aufgabentyp
42	30	IV, 3	54	1 Dimension identifizieren/Symbole
43	31	IV, 4	55	2 Dimensionen identifizieren/Symbole
44	32	IV, $\frac{1,2,3,4}{4}$		Gesamtwert - Formallogisches Denken
45	33	M, 1 _B	7	Silben merken (2)/2-stellige Buchstabenaggregat
46	34	M, 2 _B	8	Silben merken (4)/4-stellige Buchstabenaggregat
47	35	M, 3 _B	9	Buchstabenfolge merken
48	36	M, 4 _B	10	Buchstabenzuordnung merken
49	37	M, 1 _S	36	Symbole merken (2)/2-stellige Symbolaggregat
50		M, 2 _S	37	Symbole merken (4)/4-stellige Symbolaggregat
51	38	M, 3 _S	38	Symbolfolge merken
52	39	M, 4 _S	39	Symbolzuordnung merken
53	40	M, 1 _Z	27	Zahlen merken (2)/2-stellige Zahlen
54	41	M, 2 _Z	28	Zahlen merken (4)/4-stellige Zahlen
55	42	M, 3 _Z	29	Ziffernfolge merken
56	43	M, 4 _Z	30	Ziffernzuordnung merken
57	44			Alter/Stichprobenvariable
58	45			Schule/Stichprobenvariable
59	46			Bildung/Stichprobenvariable
60				Geschlecht/Stichprobenvariable

Einführung zu den Testuntersuchungen
(Inhalt in Stichworten)

Dank für die Bereitschaft teilzunehmen

Es handelt sich um eine wissenschaftliche Untersuchung

Zusicherung, die Testresultate der Teilnehmer vertraulich zu behandeln, auch gegenüber der Schule

Ankündigung einer größeren Anzahl von Einzelaufgaben

Für jede Aufgabe ist ein besonderes Testblatt vorhanden, für einige davon ein zusätzliches Antwortblatt

Bearbeitungszeit für die Mehrzahl der Aufgaben ist 1 Minute, sie reicht meist nicht ganz aus

Gesamtdauer der Untersuchung beträgt 2 Vormittage mit angemessenen Pausen

Wissenschaftlicher Zweck verlangt genaue Einhaltung der Durchführungsregeln

Für jede Aufgabe erfolgt genaue Einweisung

Bei Unklarheiten gleich fragen

Grundsätzlich gemeinsamer Beginn der Bearbeitung auf entsprechendes Zeichen

Ende der Bearbeitungszeit wird deutlich angekündigt, nach Beendigung keine Korrektur mehr möglich

Aufgabenstellungen sind verschiedenartig und sicher interessant

Aufforderung, Sprechen und Informationsaustausch während der Untersuchung zu unterlassen

Bitte um Äußerung von Fragen und Wünschen

Abbildung der 56 Aufgabentypen,
die in der Untersuchung zur Anwendung kamen
(Testblatt bzw. Testvorlage und Antwortblatt):

=====

ad Variable 1: Modifizierter Mosaiktest (16)/16-Felder-Muster,
mit Elementenzwischenraum

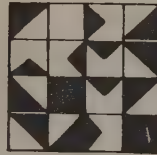
FI, AI₂

NAME:

Testvorlage



Übungsbeispiel:



Nr. 1



Nr. 2



Nr. 3



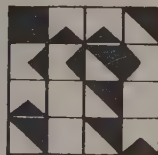
Nr. 4



Nr. 5



Nr. 6



JGR

ad Variable 1: Modifizierter Mosaiktest (16)/16-Felder-Muster,
mit Elementenzwischenraum

FI, AI

NAME :

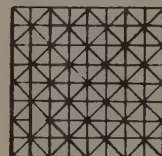
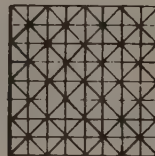
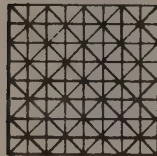
Antwortblatt



Übungsbeispiel :

Nr.:

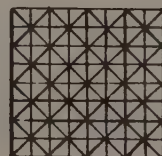
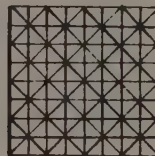
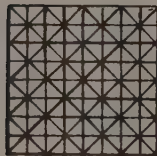
Nr.:



Nr.:

Nr.:

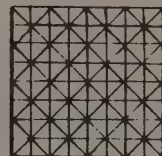
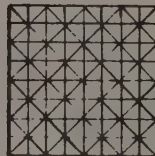
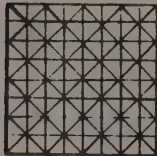
Nr.:



Nr.:

Nr.:

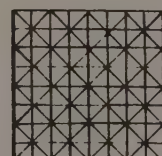
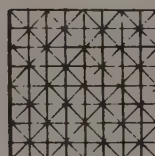
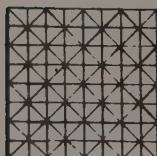
Nr.:



Nr.:

Nr.:

Nr.:



JGR

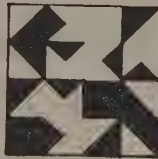
ad Variable 2: Modifizierter Mosaiktest (16)/16-Felder-Muster,
ohne Elementenzwischenraum
(Antwortblatt siehe S. 402)

FI, AI_G

NAME: _____ Testvorlage



Übungsbeispiel:



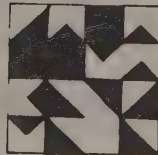
Nr. 1



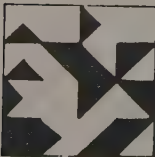
Nr. 2



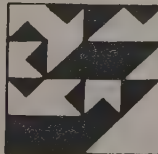
Nr. 3



Nr. 14



Nr. 5



Nr. 6



JGR

ad Variable 3: Symbole reproduzieren

FI, A2

NAME:

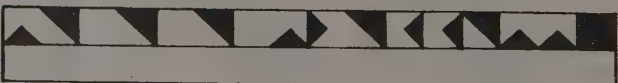
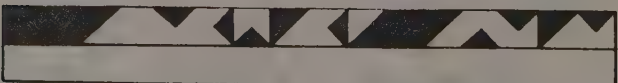
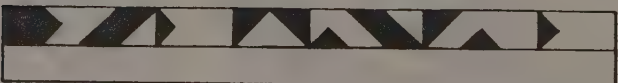
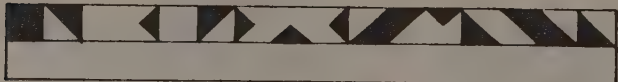
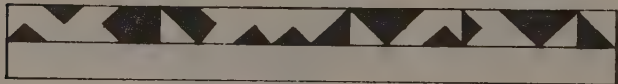
Testblatt



Übungsreihe:



- - -



JGR

ad Variable 4: Symbole durchstreichen

FI, A 3

NAME : _____

Testblatt



Übungsreihe:





JGR

ad Variable 5: Symbole durchstreichen/mit Elementenzwischenraum

FI, A 4_z

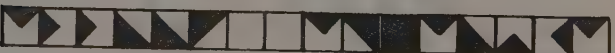
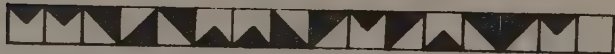
NAME : _____

Testblatt



Übungsreihe :





JGR

ad Variable 6: Symbole durchstreichen/ohne Elementenzwischenraum

FI, A 4_G

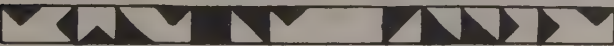
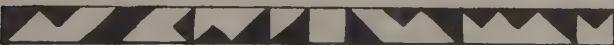
NAME : _____ Testblatt



Übungsreihe:



- - -



ad Variable 7: Symbol-Ziffern-Test/mit Elementenzwischenraum

F I, A 5₂

NAME :

Testblatt

									
9	1	2	4	6	5	3	7	0	8

Übungsreihe :



- - -



ad Variable 8: Symbol-Ziffern-Test/ohne Elementenzwischenraum

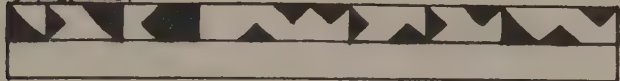
FI, A5_G

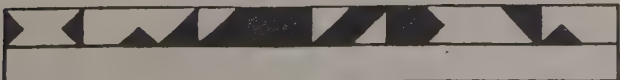
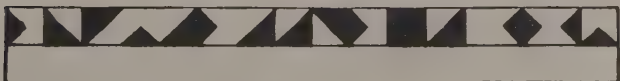
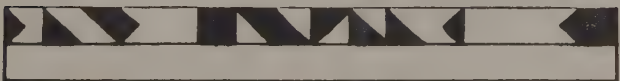
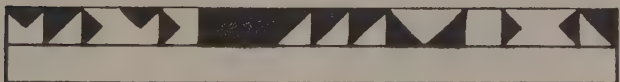
NAME:

Testblatt

									
5	7	1	8	3	0	9	6	2	4

Übungsreihe I





JGR

ad Variable 9:
Ziffern reproduzieren

ad Variable 10:
Buchstaben reproduzieren

F I, A 6

F I, A 7

Name:

1009210069489533

eaagieaacqufgboo

-- --

-- --

4514289090155734

aebbdouoauoiobau

3043235049982619

qgficeggeaauifof

9100428389650241

gbcieueofobougoe

3835349312388204

iofggobacqdecoed

8847399834447850

bbibdgeaudfebeeu

0645966109684736

adeicbedfadddfdd

9900772985545880

bbeaaofdauoiibea

1619475695631295

bfqfdcegiiaogdgo

6090970665553322

gaogeffuadbcubic

8246642836537300

qcbgbgoaaobacgbu

ad Variable 11:

Ziffernmuster übertragen (16)/
16-Felder-Muster

ad Variable 12:

Buchstabenmuster übertragen (16)/
16-Felder-Muster

F I, A 8

Testvorlage

F I, A 9

Testvorlage

Name:

6 7 9 9

8 2 7 1

9 2 5 3

8 4 1 0

— —

9 8 7 5

9 2 9 7

7 3 2 5

4 3 6 6

9 1 0 0

8 4 8 1

7 2 6 6

1 0 8 9

3 9 5 4

6 1 2 7

6 1 8 9

4 3 5 8

5 9 4 5

2 8 4 5

2 3 6 8

3 8 1 0

5 2 5 4

8 9 0 2

5 0 9 4

4 0 5 3

c d g g

f i d e

g i b o

f u e a

— —

g f d b

g i g d

d o i b

u o c o

g e a a

f u f e

d i c c

e a f g

o g b u

c e i d

c e f g

u o b f

b g u b

i f u b

i o c f

o f e a

b i b u

f g a i

b a g u

u a b o

ad Variable 11:

Ziffernmuster übertragen (16)/
16-Felder-Muster

ad Variable 12:

Buchstabenmuster übertragen (16)/
16-Felder-Muster

F I, A 8

Antwortblatt

Name:

F I, A 9

Antwortblatt

ad Variable 13: Symbolaggregate durchstreichen/
mit Elementenzwischenraum

Testblatt

NAME: -----

FI, A10Z



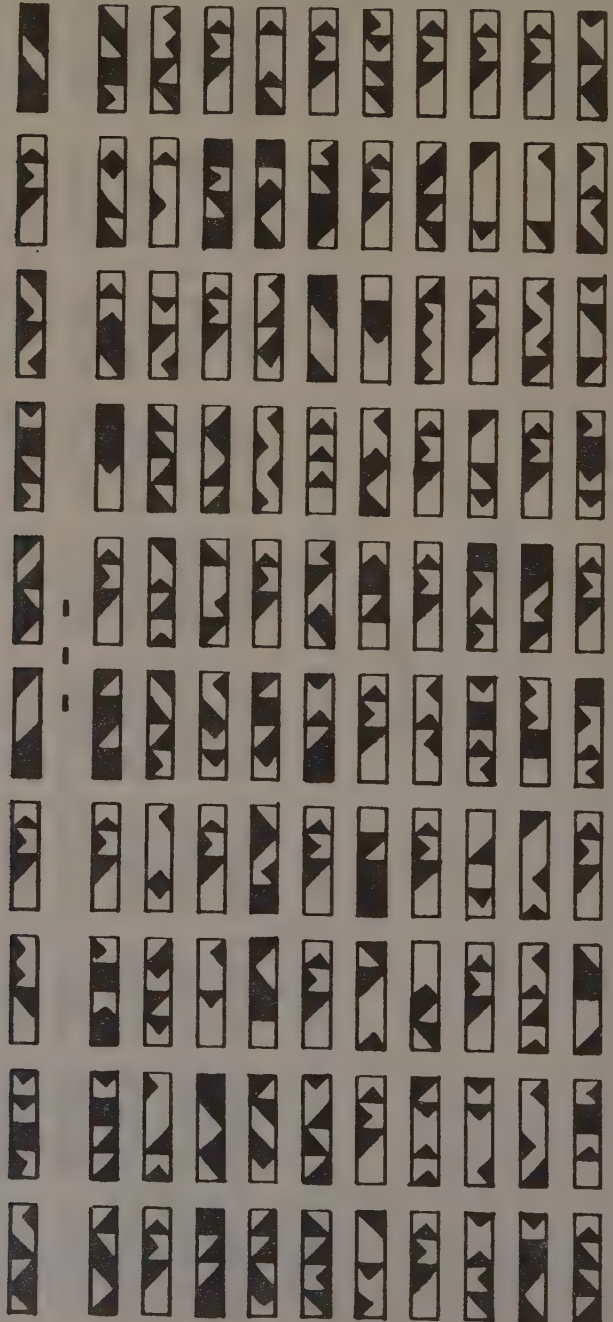
JGR

ad Variable 14: Symbolaggregate durchstreichen/
ohne Elementenzwischenraum

Testblatt

NAME : -----

FI, A 10 G



ad Variable 15:

Ziffernmuster übertragen (4)/
4-Felder-Muster

ad Variable 16:

Buchstabenmuster übertragen (4)/
4-Felder-Muster

F I, A 11

Testvorlage

F I, A 12

Name:

9 9	1 7	3 5	0 1
7 6	8 2	2 9	4 8
-- -- --			
5 7	7 9	5 2	6 6
8 9	2 9	3 7	3 4
0 0	1 8	6 6	9 8
1 9	4 8	2 7	0 1
4 5	7 2	9 8	8 5
9 3	1 6	1 6	3 4
5 4	5 4	8 6	0 1
9 5	8 2	3 2	8 3
4 5	2 0	4 9	3 5
2 5	9 8	0 5	0 4
1 2	9 7	6 5	7 3
5 2	4 7	0 8	6 7

g g	e d	o b	a e
d c	i f	i g	u f
-- -- --			
b d	d g	b i	c c
f g	i g	o d	o u
a a	i f	c c	g f
e g	u f	i d	a e
u b	d i	g f	f b
g o	e c	e c	o u
b u	b u	f c	a e
g b	f i	o i	f o
u b	i a	u g	o b
i b	g f	a b	a u
e i	g d	c b	d o
b i	u d	a f	c d

JGR

ad Variable 17: Modifizierter Mosaiktest (4)/4-Felder-Muster,
mit Elementenzwischenraum

F I, A 13_z

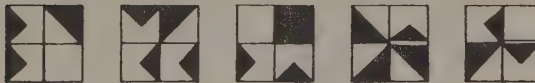
NAME : _____ Testvorlage



Übungs-
beispiele :



- - - -



JGR

ad Variable 17: Modifizierter Mosaiktest (4)/4-Felder-Muster,
mit Elementenzwischenraum

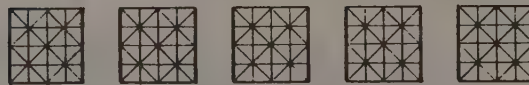
F1, A 13

NAME : _____

Antwortblatt



Übungs-
beispiele :



IGR

ad Variable 18: Modifizierter Mosaiktest (4)/4-Felder-Muster,
ohne Elementenzwischenraum
(Antwortblatt siehe S. 418)

FI, A 13_G

NAME : _____

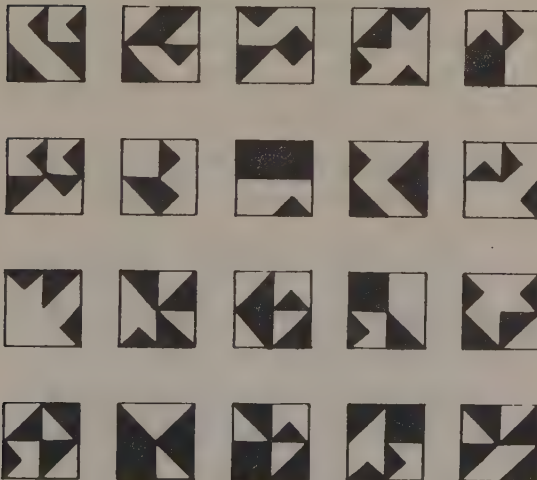
Testvorlage



Übungs-
beispiele :



- - -



JGR

- ad Variable 19: Buchstaben produzieren/beschränktes Buchstaben-
repertoire
ad Variable 24: Symbole produzieren
ad Variabel 27: Ziffern produzieren
-

F II, A 1

F II, A

Name:

a) 0, - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

b) a, - e, i, u, u, b, o, d, f, g

c) III O ▽ ▴ ▽ ▴ ▽ ▴ ▴ ▴

= = = + = + = + = = + = + = =

= = + = = = = + + = = + = =

.. ..

= = = + = = = = = + = + = = =

= = + = = = = = = + + = = +

= = + = + = = + = = + = = =

= = + = = = + = = = = = = =

= + = = = = = = = = = + = +

= + = + = = + = + = + + = =

= = = + + + + = = + + + = + +

= = = = = = = = = + = = + =

= = = = = + = = = + = + = + =

= = = = = + + = = = = = = =

```
ad Variable 20: Silben produzieren/beschränktes Buchstabenrepertoire
ad Variable 21: Silben produzieren/Alphabet als Buchstabenrepertoire
ad Variable 25: Symbolaggregate produzieren
ad Variable 28: Zahlen produzieren
```

F II, A 2

Name:

Testblatt

a) 0, - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

8749

b) a, - e, i, o, u, b, c, d, f, g

fdug

c) a, -b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n,
o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z

zrak

d) III, - 0, 7, 2, 7, 4, 4, 7, 2, 4

▽▽△

Testblatt

Name:

- a) 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
- b) a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z
- c) a, e, i, o, u, b, c, d, f, g
- d) 

Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100	

[illegible]

ad Variable 30: Gleiche Zahlen

F III, A 1

Testblatt

Name:

4372

4372 6114 5174 3820 3147 4372 9609 1516 5438 7784

- - -

5119 4372 4979 4372 4940 1077 9814 8389 3719 2406
4372 6114 6514 4372 7870 9806 4372 6131 9166 5986
5443 4372 7773 4372 4372 1989 4372 5481 8864 4372
5567 4372 1601 2489 1308 0041 4372 8145 7615 4372
2818 4059 2110 1888 5849 0386 4372 4372 3236 5932
4372 2480 6339 7979 4372 6304 0942 1024 6254 6233
4372 0570 4372 3353 4912 6629 4372 1619 5530 0130
5499 1718 9461 2322 8389 7325 6819 6463 8317 4372
7052 2268 5088 1600 4372 0404 4372 0807 3306 3523
0250 4372 9745 7206 4234 0314 4372 1577 7066 5329

JGR

ad Variable 31: Buchstaben durchstreichen/Alphabet als Buchstaben-
repertoire

F III, A 2

Testblatt

Name:

n

nddtndgndstennwnvzvunrpnchocaryrfnnidseh

- - -

zrseknmmfnfnmsdharnjebxnycusxxpnnwbwnongn
tflensnexnfgfnmluzbylnuosrrsnkbpznznrzbzv
enokjbzkrqgtdbtbuknnloapvynimnoopseuonny
nlannwulujdannnnnnhbdvnnwnnnnygqfwrnxzsl
qneduanwnwdmnnnnusqwnbzplzimnbshzimwaobnn

JGR

ad Variable 32: Gleiche Ziffern

F III, A 3

Testblatt

Name:

7

7010743709457717555472572594223607788606

- - -

8532872570766584174394745993237729279737
8149797497920793486527266844718409827384
4724692215668231497780769570371145588778
7477793121737737771440370777199642370413
3718107971967774582725660507918592415977

JGR

ad Variable 33: Buchstaben durchstreichen/beschränktes Buchstaben-
repertoire

F III, A 4

Testblatt

Name:

d

daeaduodagubddedbbbudibdbguillocaddffcao

- - -

fboifdibdadcobfueduogudubggoloddigidgdod
fegudgdugdgiadglufobidicofuundefuagfidofu
udiuogileboofloaugddfadogbdaodeeubbfdddf
dudddgoeiedoddodddeuuaodadddeggoulodaueo
odefeadgdegoddubfidibocabadgefbgieubgdd

JGR

ad Variable 34: Gleiche Silben/Alphabet als Buchstabenrepertoire

F III, A 5

Testblatt

Name:

xyun

xyun noxb wseo maqo rpan xyun yfgi dwus fjoz thfy

- - -

xuso xyun egrr xyun ndxg rtio xjuo xcoz zaop aeik
xyun oebw tetm xyun akqy ohtc xyun lome elwr ixao
sakq xyun wdyo xyun xyun xyun pfgw qfkl zkor xyun
imio xyun zesl xoly xdvu qnxi xyun bgzz dpvv zrak
xyun pzdb snsq yolz shpr lupz xyun xyun yfus etea
xyun zrso kmfb msdh xyun arje ebxy cusx xpwb woit
xyun fnes xyun exwk atvt fenj xyun dsmw hasf qiks
ybjo ovyx pliq qbxw vyjd opdd tdgd stew vzvu xyun
ruch ocar yrfi dseh xyun vtat xyun bxwk ppnt dfiz
klzr xyun xfbg aohe vuwb zrng xyun jckp owul wkoa

JGR

ad Variable 35: Gleiche Silben/beschränktes Buchstabenrepertoire

F III, A 6

Testblatt

Name:

uefo

uefo oeeu bedu ofia oeud uefo gcag ebec buof ddfu

- - -

beeg uefo ugdg uefo ugua eadd gfeu fofg odeg iuao
uefo oeeu obeu uefo dfda glao uefo oseo geoc bgfo
buuo uefo dddo uefo uefo egfg uefc bufe ffou uefc
bbod uefo eoae iulg eoaf aaue uefo feub doeb uefc
ifef uabg ieba efff bfug aofo uefo uefc oioc bgoi
uefo iufa ooog dgdg uefc coau agui eaiu cibi cioo
uefo uodi uefo oobo ugei ccig uefc eceg bboa aeoe
bugg edef guoe ioii fofg doib cfeg ouco foed uefo
dabi iiof baff eoaa uefo auau uefc afad ooac obio
aiba uefo gudb diao uiou aoou uefc ebdd daco boig

JGR

ad Variable 36: Ziffern-Symbol-Test

F III , A 7 Testblatt NAME: _____

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
▷		▽	◁	△	◀	◁	▽	△	○

9	2	8	2	2	3	8	0	2	6	6	8	9	1	8	5

- - -

4	8	6	1	4	9	2	8	5	5	8	3	6	0	1	9

7	7	8	9	8	7	5	9	7	4	8	7	8	0	0	4

4	5	2	1	8	6	3	3	8	6	1	9	2	2	0	0

2	4	0	8	1	3	9	1	8	5	4	9	0	7	7	8

5	3	8	1	0	3	5	4	5	5	6	1	1	6	0	3

JGR

ad Variable 37: Ziffern-Buchstaben-Test

FM, A8 Testblatt NAME: _____

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
u	e	f	i	g	c	d	o	b	a

5	8	3	6	0	1	9	7	7	8	9	8	7	5	9	7

- - -

4	8	7	8	0	0	4	4	5	2	1	8	6	3	3	8

6	1	9	2	2	0	0	2	4	0	8	1	3	9	1	8

5	4	9	2	8	2	2	3	8	0	2	6	6	8	9	1

8	5	4	8	6	1	4	9	2	8	5	9	0	7	7	8

5	3	6	1	0	3	5	4	5	5	6	1	1	6	0	3

JGR

ad Variable 39: Buchstaben-Ziffern-Test

F III, A 10 Testblatt NAME:

a	e	i	o	u	b	c	d	f	g
3	7	2	1	4	5	8	0	9	6

d	g	u	d	g	d	u	g	e	f	d	o	d	g	d	i

g	i	d	d	o	i	o	g	g	b	u	d	u	g	o	u

d	e	u	f	b	c	c	d	a	d	b	i	d	f	i	o

b	f	g	c	u	i	o	d	a	u	e	o	o	d	e	f

e	a	d	g	d	e	g	c	d	d	d	u	b	f	i	d

i	b	c	c	a	b	a	d	g	e	f	b	g	i	u	e

JGR

ad Variable 40: 1 Dimension identifizieren/Ziffern
ad Variable 41: 2 Dimensionen identifizieren/Ziffern
ad Variable 42: 1 Dimension identifizieren/Symbole
ad Variable 43: 2 Dimensionen identifizieren/Symbole
ad Variable 44: Gesamtwert - Formallogisches Denken

Die sequentielle Applikation der Testreize erfolgt für die Aufgabentypen 40, 41, 42 und 43 per Diapositiv.

Als Antwortblatt dient ein unlinieniertes Leerblatt im Format DIN A 4.

Nachdem alle Versuchspersonen ihre Antworthypothese ("A" oder "B") niedergeschrieben haben, wird jeweils die korrekte Antwort wiederum per Diapositiv als feedback gegeben.

Variable 44 repräsentiert keine konkrete Aufgabenstellung, sondern wird als das arithmetische Mittel der 4 anderen Variablen bestimmt.

Nähere Beschreibung und Begründung der Variablen 40 bis 44 finden sich auf S. 179ff.

- ad Variable 45: Silben merken (2)/2-stellige Buchstabenaggregate
ad Variable 46: Silben merken (4)/4-stellige Buchstabenaggregate
ad Variable 47: Buchstabenfolge merken
ad Variable 48: Buchstabenzurodnung merken
-

M Antwortblatt

Buchstaben M

Name:

A 1 Folgende Buchstabenpaare wurden gezeigt:

A 2 Folgende Silben wurden gezeigt:

A 3 Die 10 Buchstaben a, e, i, o, u, b, c, d, f, g,
wurden in folgender Reihenfolge gezeigt:

A 4 Ordnen Sie den Buchstaben die entsprechenden Ziffern zu!

o c f g a b e d i u

f e i c d o g u a b

- ad Variable 45: Silben merken (2)/2-stellige Buchstabenaggregate
ad Variable 46: Silben merken (4)/4-stellige Buchstabenaggregate
ad Variable 47: Buchstabenfolge merken
ad Variable 48: Buchstabenzuordnung merken
(bei vollständiger, korrekter Wiedergabe)

M Antwortblatt

Buchstaben M

Name:

A 1 Folgende Buchstabenpaare wurden gezeigt:

if de ui og fd cb gi bf uu do
oi gd bo ie dc eu ci fb oo di cf ug

A 2 Folgende Silben wurden gezeigt:

cgfa gfbu aiui fbio iiuf
bdfd auud odod oube bbda uaob

A 3 Die 10 Buchstaben a, e, i, o, u, b, o, d, f, g,
wurden in folgender Reihenfolge gezeigt:

f g o b i d c e u a
c a i u f e g b o d

A 4 Ordnen Sie den Buchstaben die entsprechenden Ziffern zu!

o e f g a b e d i u
7 9 0 2 6 5 4 1 3 8

P e i o d o g u a b
7 5 2 0 6 8 9 4 1 3

ad Variable 49: Symbole merken (2)/2-stellige Symbolaggregate

ad Variable 50: Symbole merken (4)/4-stellige Symbolaggregate

ad Variable 51: Symbolfolge merken

ad Variable 52: Symbolzuordnung merken

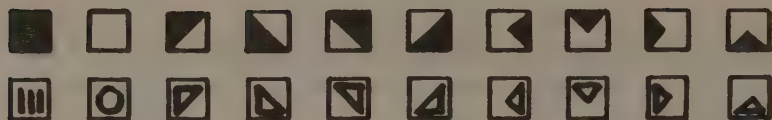
(Antwortblatt siehe S. 434)

(Antwortblatt bei vollständiger, korrekter Wiedergabe siehe S. 435)

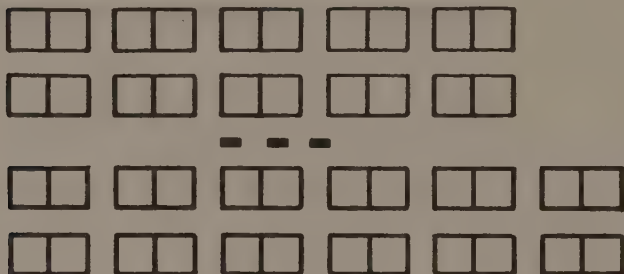
M, S

NAME :

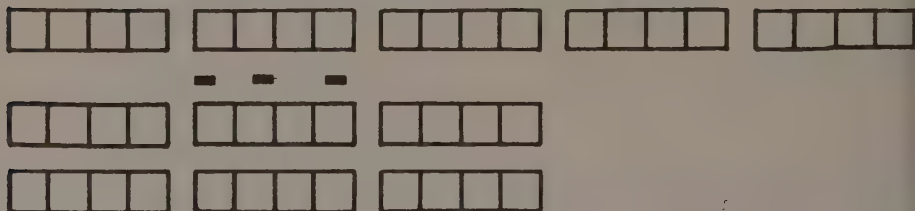
Antwortblatt



A 1 Folgende Symbolpaare wurden gezeigt :



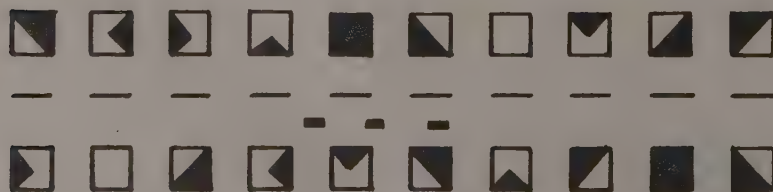
A 2 Folgende Symbolkombinationen wurden gezeigt :



A 3 Reihenfolge der Symbole :



A 4 Den Symbolen die entsprechenden Ziffern zuordnen :

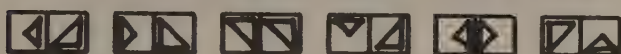




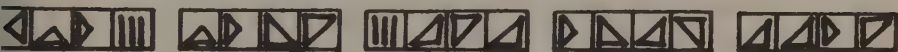
A 1 Folgende Symbolpaare wurden gezeigt :



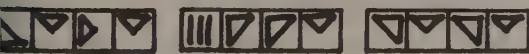
- - -



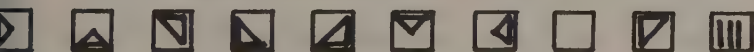
A 2 Folgende Symbolkombinationen wurden gezeigt :



- - -



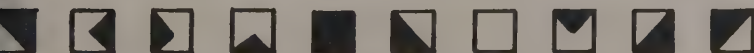
A 3 Reihenfolge der Symbole :



- - -



A 4 Den Symbolen die entsprechenden Ziffern zuordnen :



3 1 4 5 9 8 0 2 6 7

- - -



1 6 9 2 8 0 5 7 3 4

- ad Variable 53: Zahlen merken(2)/2-stellige Zahlen
ad Variable 54: Zahlen merken(4)/4-stellige Zahlen
ad Variable 55: Ziffernfolge merken
ad Variable 56: Ziffernzuordnung merken
-

M Antwortblatt

Zahlen M

Name:

A 1 Folgende Zahlen wurden gezeigt:

A 2 Folgende Zahlen wurden gezeigt:

A 3 Die 10 Ziffern wurden in folgender Reihenfolge gezeigt:

A 4 Ordnen Sie den Ziffern die entsprechenden Buchstaben zu!

3 6 8 9 0 5 1 7 2 4

8 1 2 6 7 3 9 4 0 5

ad Variable 53: Zahlen merken (2)/2-stellige Zahlen
ad Variable 54: Zahlen merken (4)/4-stellige Zahlen
ad Variable 55: Ziffernfolge merken
ad Variable 56: Ziffernzuordnung merken
(bei vollständiger, korrekter Wiedergabe)

M Antwortblatt

Zahlen M

Name:

A 1 Folgende Zahlen wurden gezeigt:

28 71 42 39 87 65 92 58 44 73
32 97 53 21 76 14 62 85 72 33 68 49

A 2 Folgende Zahlen wurden gezeigt:

6980 9854 0242 8523 2284
5787 0447 3737 3451 5570 4035

A 3 Die 10 Ziffern wurden in folgender Reihenfolge gezeigt:

8 9 3 5 2 7 6 1 4 0
6 0 2 4 8 1 9 5 3 7

A 4 Ordnen Sie den Ziffern die entsprechenden Buchstaben zu

3 6 8 9 0 5 1 7 2 4
g e b c u i f a o d
- - - - - - - - - -

8 1 2 6 7 3 9 4 0 5
f d c a k i b o e u

Datenlisten und Protokolldeposition

Bei der Darstellung vorstehender Studie sollte ein vertretbarer Umfang nicht überschritten werden.

Zur notwendigen Vergegenwärtigung der Untersuchungsergebnisse und um das Nachvollziehen darauffolgender Diskussionen zu erleichtern, werden folgende Daten und Statistiken wiedergegeben:

- Mittelwerte und Streuungen von 60 Variablen für die Gesamtstichprobe und die 4 Teilstichproben;
- als Auszug der Hauptkomponentenanalyse für 60 Variablen die rotierten Faktorenmatrizen mit 5, 6 und 7 Faktoren;
- als Auszug der Hauptkomponentenanalyse für 46 Variablen die rotierten Faktorenmatrizen mit 5, 6 und 7 Faktoren.

Auf einen Abdruck der Werte der 60 Analysenvariablen für die 130 Versuchspersonen mußte im Anhang aus o.g. Grund ebenso verzichtet werden wie auf eine Wiedergabe der sehr umfangreichen Interkorrelationsmatrix aller 60 Variablen. Die Interkorrelationswerte wurden nach Bedarf auszugsweise an den entsprechenden Stellen der Diskussion eingeführt.

Die Computerausdrucke der beiden Hauptkomponentenanalysen für 60 und 46 Variablen, für die Interkorrelationsmatrix der 60 Variablen sowie die Mittelwertberechnungen sind beim Verfasser der Arbeit einsehbar.

Mittelwerte und Streuungen der 60 Variablen,
die in die Untersuchung eingezogen wurden

Abkürzungen:

M :	Mittelwert	(Berechnungsgenauigkeit: 6 Dezimalstellen; hier gerundet auf 1 Dezimalstelle)
s :	Streuung	
GS:	Gesamtstichprobe	
HS:	8. Klasse Hauptschule	
GL:	Grundlehrgang 1. Klasse	
GT:	Grundlehrgang 2. Klasse	
SL:	Soziallehrgang	

Variable	GS		HS		GL		GT		SL	
	n = 130		n = 29		n = 31		n = 32		n = 38	
	M	s	M	s	M	s	M	s	M	s
1	22.2	8.2	16.3	6.1	23.4	6.4	19.3	5.5	28.0	8.4
2	20.6	6.4	18.0	5.9	22.9	5.4	20.1	6.1	21.2	6.8
3	24.9	8.8	22.2	6.4	25.6	7.1	24.8	8.1	26.3	11.3
4	52.7	16.6	45.7	16.7	51.3	13.9	56.4	15.2	55.9	17.7
5	84.0	17.2	66.3	14.2	86.4	13.7	84.0	13.6	95.1	13.6
6	92.3	18.1	75.5	15.7	93.4	18.5	94.7	13.6	101.7	14.0
7	31.4	7.1	26.2	8.0	31.9	5.1	31.8	7.2	34.3	5.6
8	27.6	6.5	22.4	6.3	27.3	5.2	29.4	6.3	30.1	5.4
9	109.7	17.8	91.7	15.6	105.7	13.3	114.6	12.6	122.0	13.8
10	101.6	20.3	81.1	19.3	98.5	13.6	105.3	15.4	115.9	15.0
11	102.6	23.6	75.3	16.5	108.2	18.1	110.6	20.4	111.6	18.9
12	80.6	20.3	60.4	14.7	78.8	12.5	92.8	17.5	86.9	19.4
13	56.6	12.2	46.0	11.3	57.8	7.8	56.8	13.3	63.3	8.9
14	68.1	11.6	59.0	10.0	69.7	10.4	69.2	10.2	72.4	11.1
15	84.0	18.8	66.0	14.0	90.8	11.2	92.8	14.0	84.9	20.9
16	67.5	15.1	54.9	15.1	68.9	8.8	67.3	12.1	75.6	14.9
17	24.9	8.4	22.5	7.0	27.1	8.5	20.1	7.0	28.5	7.8
18	26.0	7.8	21.1	6.4	27.7	6.7	26.2	8.5	27.9	7.6
19	52.9	13.9	43.9	12.0	51.8	10.6	51.4	12.4	61.6	13.8
20	15.3	3.5	14.4	3.6	15.3	3.3	14.3	3.2	16.8	3.4

Variable	n = 130		n = 29		n = 31		n = 32		n = 38	
	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S
21	16.8	4.2	14.2	4.0	17.3	3.2	16.8	4.0	18.2	4.2
22	15.8	3.7	13.7	3.7	16.4	2.6	15.9	3.6	16.9	4.0
23	16.1	3.3	14.1	3.2	17.0	2.7	16.4	3.5	16.8	3.0
24	34.1	9.7	31.2	8.7	33.9	7.7	31.2	6.5	38.8	11.9
25	7.8	2.0	7.9	2.3	7.0	1.2	7.8	1.9	8.5	2.1
26	8.5	1.9	7.0	0.0	8.4	1.6	8.6	1.7	9.6	2.2
27	70.6	13.7	68.2	15.5	69.6	10.7	66.3	12.4	76.6	13.4
28	19.8	4.1	19.6	5.0	18.6	3.5	19.2	3.6	21.3	3.6
29	19.7	3.4	17.8	3.8	20.0	2.4	19.5	3.4	20.8	3.4
30	60.7	15.4	48.8	13.3	48.8	8.4	65.7	10.2	74.5	9.8
31	99.3	16.3	85.0	13.3	101.0	16.6	98.2	12.6	109.2	12.5
32	90.0	18.9	105.0	23.4	82.4	17.0	82.1	13.9	91.3	11.8
33	102.0	15.6	89.1	14.8	103.5	14.1	103.5	14.4	109.1	12.2
34	87.9	13.5	81.0	15.4	89.2	13.0	87.6	13.0	92.2	10.6
35	84.6	15.2	76.6	14.2	84.2	12.6	87.0	13.2	88.9	16.8
36	26.3	6.0	25.5	7.3	25.1	4.9	26.5	5.5	27.5	6.0
37	39.1	8.0	32.8	7.7	38.6	6.4	38.7	7.5	44.5	5.9
38	34.3	7.8	27.7	7.3	32.7	6.8	35.5	5.6	39.3	6.2
39	38.1	7.3	34.9	6.7	35.7	4.9	36.7	7.1	43.4	6.5
40	11.4	2.2	12.2	2.4	10.5	2.2	11.9	2.2	11.3	2.0

Variable	GS		HS		GL		GT		SL	
	n = 130		n = 29		n = 31		n = 32		n = 38	
	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S
41	8.8	2.0	7.8	1.9	9.1	1.9	8.1	1.5	10.0	1.9
42	12.6	2.5	13.9	2.4	13.4	2.0	11.8	2.6	11.6	2.0
43	10.3	2.6	10.4	3.0	10.4	2.6	9.8	2.4	10.7	2.5
44	10.8	1.2	11.3	1.3	10.8	1.1	10.4	1.3	10.9	1.1
45	5.1	1.3	4.8	1.4	5.4	1.3	4.7	1.3	5.4	0.9
46	1.8	0.8	1.5	0.8	1.6	0.9	1.8	0.7	2.2	0.7
47	6.2	1.9	5.5	2.4	5.9	1.5	6.0	1.7	6.9	1.8
48	5.0	1.7	4.9	1.3	5.3	1.9	4.2	1.7	5.5	1.6
49	2.2	0.9	2.5	0.9	1.9	0.7	9.1	0.8	2.2	0.8
50	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.4	0.2	0.3
51	4.3	1.8	3.2	1.3	4.9	1.4	3.2	1.7	5.4	1.7
52	4.8	1.6	5.1	2.0	5.0	1.2	4.0	1.6	5.0	1.4
53	5.9	1.5	5.9	2.0	5.8	0.9	5.3	1.2	6.4	1.3
54	2.3	0.8	2.2	0.7	2.3	0.7	2.1	0.8	2.5	0.8
55	6.5	1.8	6.5	1.4	6.2	1.6	5.0	1.3	7.9	1.3
56	5.3	1.6	5.8	2.1	5.8	1.2	4.8	1.2	4.9	1.4
57	15.8	1.2	13.9	0.4	15.9	0.3	16.6	0.2	17.0	0.6
58	2.1	0.7	1.0	0.0	2.0	0.0	2.0	0.0	3.0	0.0
59	2.0	0.7	1.0	0.0	2.2	0.4	2.1	0.2	2.4	0.6
60	1.9	0.3	1.4	0.5	2.0	0.0	2.0	0.0	2.0	0.0

Hauptkomponentenanalyse für 60 Variablen
 Rotierte Faktorenmatrix mit 5 Faktoren

Variable	Faktorenloadungen					Kommunalitäten
	1	2	3	4	5	
1	43	31	15	63	10	71
2	19	09	02	72	23	62
3	22	11	-09	75	16	66
4	42	01	-13	60	08	55
5	83	19	05	26	15	81
6	81	03	01	23	25	78
7	61	24	-01	38	23	63
8	48	18	07	45	32	58
9	78	12	19	08	34	77
10	77	14	16	12	38	80
11	76	02	19	23	28	74
12	75	01	12	18	12	63
13	75	12	01	28	17	68
14	74	01	-06	27	27	69
15	60	-02	08	45	10	57
16	69	19	09	11	34	65
17	31	25	-08	68	18	66
18	42	07	03	71	11	70
19	57	22	05	16	55	71
20	33	13	-04	07	74	68
21	40	07	10	17	70	70
22	46	12	-02	20	61	63
23	45	04	01	12	67	66
24	25	08	-00	26	66	57
25	11	07	-07	27	58	43
26	27	06	30	50	42	60
27	33	23	-08	05	72	68
28	27	12	-09	05	80	74
29	39	04	09	08	73	70
30	76	19	10	01	17	65

Variable	Faktorenladungen					Kommunalitäten
	1	2	3	4	5	
31	81	21	-01	21	19	78
32	31	20	-68	-00	18	63
33	81	19	-08	12	18	75
34	73	15	-19	15	29	69
35	74	02	-20	09	25	67
36	42	17	-31	36	43	61
37	72	28	01	13	31	71
38	69	26	10	13	31	67
39	55	33	-01	18	35	58
40	08	07	-42	01	-01	18
41	24	21	25	07	13	19
42	-21	02	-38	16	11	23
43	16	20	-26	37	-12	29
44	11	23	-42	31	03	34
45	14	71	-07	08	-01	54
46	33	59	04	-01	08	47
47	11	59	11	10	10	39
48	12	64	-10	15	-10	46
49	03	35	-39	20	05	32
50	-06	08	-07	31	17	14
51	09	47	26	38	06	44
52	-01	42	-29	27	11	35
53	17	64	-16	02	24	52
54	12	62	-12	11	20	46
55	-01	57	10	09	33	45
56	07	41	-44	05	-04	37
57	52	16	72	11	04	83
58	52	29	70	10	07	86
59	49	12	62	15	00	67
60	50	12	45	10	16	50

Hauptkomponentenanalyse für 60 Variablen

Rotierte Faktorenmatrix mit 6 Faktoren

Variable	Faktorenloadungen						Kommunalitäten
	1	2	3	4	5	6	
1	43	30	23	61	08	-04	71
2	21	12	02	75	19	03	66
3	24	14	-05	76	12	-07	68
4	43	04	-09	60	05	-10	56
5	82	18	14	23	15	-11	81
6	81	02	06	21	25	-08	78
7	61	25	04	38	22	-05	63
8	49	19	08	47	29	04	59
9	77	11	19	09	33	09	77
10	77	12	18	13	37	05	80
11	75	-00	24	21	28	-02	75
12	75	-01	15	16	12	-01	63
13	75	11	10	25	17	-12	69
14	74	01	01	26	26	-11	69
15	60	-03	12	44	09	-04	57
16	68	16	19	08	35	-11	66
17	32	26	03	66	16	-18	66
18	43	08	07	72	08	-04	72
19	57	22	10	16	54	-03	71
20	33	12	02	08	75	-09	69
21	39	05	14	18	71	-04	71
22	46	13	-01	23	60	03	64
23	44	02	08	10	68	-13	70
24	25	09	02	27	65	-03	57
25	13	12	-16	35	54	17	50
26	27	04	30	51	40	08	59
27	33	23	-03	06	72	-08	69
28	26	13	-05	07	81	-07	75
29	38	02	13	08	74	-04	72
30	76	20	09	03	16	12	66

Variable	Faktorenladungen						Kommunalitäten
	1	2	3	4	5	6	
31	82	21	04	21	18	-04	79
32	32	29	-65	03	16	-16	66
33	81	20	-02	11	18	-06	75
34	73	18	-16	16	28	-05	70
35	75	05	-17	10	25	-07	67
36	43	22	-26	38	41	-12	62
37	71	27	08	12	31	-05	71
38	69	26	11	15	29	10	68
39	56	34	03	19	34	01	58
40	08	07	-24	-06	02	-43	26
41	21	12	47	-05	18	-34	43
42	-22	01	-20	09	13	-46	32
43	14	15	07	23	-08	-68	57
44	08	17	02	13	10	-93	93
45	14	70	06	05	-00	-13	54
46	32	58	14	-04	08	-05	47
47	11	57	19	08	10	-01	39
48	12	65	-01	14	-11	-07	47
49	04	40	-32	20	04	-16	33
50	-06	08	-01	30	16	-13	14
51	08	41	42	31	07	-16	48
52	-00	45	-19	26	10	-18	35
53	17	66	-10	03	23	-00	53
54	12	63	-02	10	19	-08	46
55	-00	58	09	12	31	16	48
56	09	48	-42	08	-07	-05	43
57	50	07	74	08	05	16	84
58	50	20	73	07	08	18	87
59	48	05	64	12	01	14	68
60	50	10	37	12	14	29	52

Hauptkomponentenanalyse für 60 Variablen

Rotierte Faktorenmatrix mit 7 Faktoren

Variable	Faktorenloadungen							Kommunalitäten
	1	2	3	4	5	6	7	
1	43	31	20	62	08	-11	-02	72
2	21	12	-02	75	20	-05	-11	67
3	22	13	-03	76	14	02	14	68
4	43	03	-07	60	06	-01	12	57
5	82	18	12	24	15	-11	05	82
6	81	02	06	22	25	-05	06	78
7	61	24	06	38	22	01	10	64
8	48	19	13	47	30	11	12	62
9	77	11	22	09	34	07	-02	77
10	77	13	19	13	37	01	-03	80
11	76	01	21	21	27	-13	-09	76
12	74	-01	20	17	12	06	12	65
13	75	11	08	25	17	-12	05	69
14	74	01	-03	26	26	-12	01	70
15	60	-03	10	44	09	-10	-05	59
16	69	17	14	08	34	-16	00	67
17	33	25	-05	66	16	-22	00	69
18	43	08	05	72	09	-06	00	72
19	57	22	09	16	54	-03	02	71
20	33	12	-00	07	74	-08	05	69
21	40	05	11	17	70	-12	06	71
22	47	13	-06	22	59	-06	-14	67
23	46	02	03	09	67	-19	-02	71
24	25	08	01	27	66	-04	01	57
25	11	11	-06	34	56	31	11	55
26	25	04	36	51	42	09	08	64
27	34	23	-06	05	72	-07	03	69
28	26	12	-04	06	81	01	13	76
29	39	03	11	07	74	-09	-02	72
30	74	19	17	03	17	21	11	71

Variable	Faktorenladungen							Kommunalitäten
	1	2	3	4	5	6	7	
31	82	21	00	21	17	-09	-07	81
32	34	26	-67	03	15	03	13	67
33	81	19	-01	11	17	01	09	75
34	75	17	-20	17	27	-05	-06	73
35	76	04	-19	10	24	-04	-00	68
36	42	20	-21	38	42	11	27	66
37	71	27	08	12	31	-02	07	71
38	68	26	17	15	30	18	10	71
39	55	34	06	19	35	08	11	60
40	05	03	-13	-06	03	08	78	64
41	24	14	30	-05	16	-58	-10	54
42	-18	01	-38	09	11	-53	-01	47
43	13	13	01	23	-07	-43	58	61
44	09	14	-12	13	10	-69	63	93
45	14	70	02	06	-01	-09	12	54
46	31	58	16	-04	09	03	18	50
47	10	57	20	08	11	03	13	41
48	13	65	-08	15	-11	-11	-03	49
49	02	37	-25	20	05	15	41	43
50	-07	07	03	30	18	02	25	19
51	09	43	31	31	06	-33	-06	51
52	02	44	-31	27	09	-23	-07	43
53	18	66	-14	03	22	00	-01	54
54	12	62	-03	10	20	-01	14	47
55	00	59	06	12	31	06	-15	49
56	12	47	-51	08	-08	-08	-14	53
57	49	10	75	08	06	-05	-14	85
58	49	23	75	07	09	-01	-11	88
59	46	07	66	12	02	-02	-10	68
60	50	12	39	13	15	11	-24	52

Hauptkomponentenanalyse für 46 Variablen

Rotierte Faktorenmatrix mit 5 Faktoren

Variable	Faktorenladungen					Kommunalitäten
	1	2	3	4	5	
1	16	29	39	66	02	71
2	25	14	04	76	-01	66
3	19	12	07	78	16	69
4	18	01	23	62	25	54
5	30	12	72	34	26	81
6	34	19	48	43	24	63
7	38	14	40	49	13	58
8	48	05	71	19	07	76
9	51	07	68	23	08	79
10	29	06	63	35	27	69
11	22	26	16	71	15	67
12	18	07	26	78	10	72
13	61	20	47	23	09	69
14	74	14	20	11	06	63
15	68	13	28	26	07	62
16	68	09	12	30	-02	58
17	64	06	-05	30	-02	51
18	40	03	30	54	-21	59
19	75	23	21	06	08	67
20	84	13	12	06	07	74
21	74	04	31	12	-04	66
22	34	07	72	11	18	68
23	38	18	-06	02	63	58
24	36	12	65	20	36	73
25	44	-02	50	17	38	62
26	54	15	16	37	39	63
27	45	20	61	20	24	72
28	01	-00	-01	-03	55	31

Variable	Faktorenladungen					Kommunalitäten
	1	2	3	4	5	
29	08	19	39	06	-07	20
30	05	09	-37	12	26	23
31	-13	17	10	33	46	37
32	-01	21	02	25	59	46
33	-00	70	18	04	18	56
34	10	53	41	-02	15	48
35	10	57	20	08	-03	38
36	-06	67	07	18	10	49
37	09	34	-09	14	39	31
38	-03	47	25	39	-17	46
39	12	46	-12	25	19	34
40	30	65	08	01	16	55
41	22	64	07	09	12	48
42	32	55	05	12	-19	46
43	04	46	-16	05	37	38
44	03	07	80	19	-38	82
45	07	18	82	18	-38	88
46	-00	04	74	21	-31	68

Hauptkomponentenanalyse für 46 Variablen

Rotierte Faktorenmatrix mit 6 Faktoren

Variable	Faktorenloadungen						Kommunalitäten
	1	2	3	4	5	6	
1	14	29	26	64	43	07	71
2	22	14	02	77	08	-03	67
3	14	13	-06	79	17	09	70
4	10	04	-07	63	35	13	55
5	21	16	17	32	77	13	81
6	24	23	03	44	58	07	65
7	29	17	05	50	48	-01	60
8	38	08	20	19	74	-07	77
9	43	10	21	23	71	-03	79
10	20	10	11	34	70	13	69
11	20	26	06	70	20	18	67
12	12	08	07	78	31	06	73
13	56	21	13	22	52	03	69
14	74	12	03	10	27	09	66
15	62	14	00	27	38	-02	62
16	70	07	07	29	16	06	61
17	61	06	-12	33	07	-09	51
18	42	00	32	52	21	-05	59
19	74	22	01	06	29	07	69
20	84	11	-03	05	22	10	78
21	75	02	16	10	32	03	70
22	22	12	11	12	78	-05	71
23	24	26	-60	08	30	20	62
24	23	18	-00	20	78	10	75
25	31	04	-13	19	69	09	63
26	45	19	-26	39	39	18	64
27	36	24	10	19	69	10	72
28	-01	02	-28	-06	16	48	34

Variable	Faktorenladungen						Kommunalitäten
	1	2	3	4	5	6	
29	20	12	51	-04	17	32	45
30	13	06	-17	08	-32	44	35
31	-06	14	07	23	10	71	59
32	11	16	04	12	03	96	96
33	-02	71	04	03	17	13	56
34	06	55	13	-03	40	06	49
35	12	56	20	07	11	04	39
36	-08	68	02	18	05	05	50
37	03	38	-33	16	09	19	32
38	06	42	46	33	03	14	51
39	12	47	-14	26	-05	15	34
40	26	68	-11	04	16	01	56
41	21	65	-02	10	09	07	48
42	34	54	14	13	-02	-15	47
43	-07	53	-44	11	06	02	49
44	06	03	74	14	50	-14	84
45	10	15	74	13	52	-15	89
46	01	03	63	17	49	-14	68

Hauptkomponentenanalyse für 46 Variablen

Rotierte Faktorenmatrix mit 7 Faktoren

Variable	Faktorenladungen							Kommunalitäten
	1	2	3	4	5	6	7	
1	36	28	20	65	-13	02	15	71
2	11	12	-02	77	-21	-08	06	68
3	16	13	-03	79	-16	15	-10	72
4	36	02	-06	63	-10	14	-02	55
5	79	15	12	32	-18	08	13	82
6	59	22	03	44	-23	09	-02	65
7	47	19	10	49	-30	07	-13	62
8	74	09	23	18	-37	-04	-03	77
9	73	11	20	22	-40	-03	03	79
10	72	09	08	34	-17	09	09	70
11	25	23	-05	70	-18	06	23	70
12	32	07	06	78	-12	04	04	73
13	55	21	09	22	-54	-00	08	69
14	30	12	-02	09	-73	05	10	66
15	44	12	-07	26	-59	-11	11	65
16	19	07	04	29	-69	03	07	61
17	04	09	-02	32	-65	05	-27	60
18	18	05	39	51	-45	06	-09	66
19	34	21	-06	06	-72	-00	14	70
20	24	11	-05	04	-84	09	03	79
21	36	02	11	09	-73	-02	12	70
22	77	14	17	10	-21	03	-12	71
23	36	19	-67	08	-20	10	02	67
24	80	17	-01	20	-20	09	01	75
25	73	01	-17	18	-27	02	06	67
26	39	18	-23	38	-45	22	-11	65
27	71	23	06	19	-34	07	08	72
28	06	07	-12	-07	-06	-75	-33	70

Variable	Faktorenladungen							Kommunalitäten
	1	2	3	4	5	6	7	
29	26	09	26	-03	-14	02	68	63
30	-22	-02	-39	10	-08	15	51	51
31	08	14	03	24	04	71	22	63
32	06	13	-13	14	-11	81	50	97
33	17	71	-03	05	02	11	08	56
34	39	57	11	-02	-06	09	01	49
35	08	60	20	07	-14	12	-04	44
36	06	67	-05	20	08	02	07	50
37	05	38	-27	16	-06	30	-20	38
38	06	42	33	34	-04	03	35	52
39	02	41	-29	28	-08	-03	26	40
40	18	66	-16	05	-25	-00	00	56
41	07	66	-02	10	-22	14	07	53
42	00	54	09	14	-34	-17	05	47
43	12	46	-55	12	11	-12	09	58
44	49	08	73	13	-06	-12	14	84
45	50	20	74	12	-10	-11	11	90
46	47	08	65	16	-01	-09	06	69

Literaturverzeichnis

- =====
Allesch, J.v.: Die Stellung der Psychologie zu den
Natur- und Geisteswissenschaften = Zur Methode
der Psychologie. Psych. Rundsch. I., 1949
- Archer, E.J. u.a.: Concept Identification as a Function
of Irrelevant Information and Instruction. J.Exp.
Psychol., 49, 153-165, 1955
- Attneave, F.: Informationstheorie in der Psychologie.
Bern 1965
- Bar-Hillel, Y.: Logical syntax and semantics. Language, 30,
230-237, 1954
- Bennett, W.F., Fittes, P.M., Noble, M.: The learning of
sequential dependencies. J.Exp.Psychol., 48, 303-312,
1954
- Berlyne, D.E.: Conflict and information-theory variables
as determinants of human perceptual curiosity.
J.exp.Psychol., 53, 399-404, 1957
- Berry, C., Gelder, M., Summerfield.: Experimental Analysis
of Drug effects on Human Performance Using Information
Theory Concept. Brit. J. of Psychol., 56, 255-265, 1965
- Brainard, R., Irby, T., Fitts, P., Alluisi, E.: Some
variables influencing the Rate of Gain of Information.
J.Exp.Psychol. 63, 105-110, 1962
- Bricker, P.D.: The Identification of Redundant Stimulus
Pattern. J.Exp.Psychol., 49, 73-81, 1955
- :Information Measurement and Reaction Time: A Review.
In: Quastler, H. (Ed.): Information Theory in Psycholo-
gy. Glencoe, III. 350-359, 1955

- Burt, C.: The structure of the mind: a review of the results of factor analysis. J.Educ.Psychol., 19, 110-111, 176-199, 1949
- Cattell, R.B.: Factor analysis, an introduction and manual, New York, 1952
- Clauss, G. & Ebner, H.: Grundlagen der Statistik. Deutsch: Frankfurt-Zürich, 1972
- Cube, F.v.: Der Begriff der Intelligenz in psychologischer und informationstheoretischer Sicht. Grundlagenstudien aus Kyb. u. Geistesw. 1, 56-61, 1960
- Cube, F.v.: Kybernetische Grundlagen des Lernens und Lehrens. Stuttgart 1968²
- Cube, F.v.: Entwurf eines Lernmodells auf der Basis der Informationstheorie. Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft 3, 57-63, 1962
- Daun, H., E. Hifinger, H. Jacob, S. Lehl: Sprichwörter-klären und Bildergeschichten deuten bei Psychosen. Medizinische Welt 29, 1263-1267, 1978
- Davis, R., Moray, N., Treisman, A.: Imitative Responses and the Rate of Gain of Information. Quart. J. Exp. Psychol., 13, 78-90, 1961
- Detambel, M.M. & Stolurow, L.M.: Stimulus sequence and concept learning. J. exp. Psychol., 51, 34-40, 1956
- Ditfurth, H.v.: Informationen über Information. Hoffmann und Campe, 1969

Drever, J. & Fröhlich, W.D.: Wörterbuch zur Psychologie.
Nördlingen 1969²

Eriksen, L.W. & Hake, H.W.: Absolute Judgments as a Function
of Stimulus Range and Number of Stimulus and Response
Categories. J. Exp. Psychol., 49, 323-332, 1955

Fischer, G.H. (Hrsg): Psychologische Testtheorie.
Bern 1968

Frank, H.: Über grundlegende Sätze der Informationspsycho-
logie. Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geistes-
wissenschaften 1, 25-32, 1960 a

Frank, H.: Über das Intelligenzproblem in der Informations-
psychologie. Grundlagenstudien aus Kybernetik und
Geisteswissenschaft 1, 85-96, 1960 b

Frank, H.: Über eine informationspsychologische Maßbe-
stimmung der semantischen und pragmatischen Information.
Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft 1
37-40, 1960 c

Frank, H.: Kybernetische Grundlagen der Pädagogik. Agis:
Baden-Baden, 2. Aufl., 1969

Frank, H.: Derzeitige Bemühungen um Erweiterung des In-
formationspsychologischen Modells. Grundlagenstudien
aus Kybernetik und Geisteswissenschaften 18, 61-72,
1977

- Garner, W.: Uncertainty and struture as psychological
concepts. New York 1962
- Gehlen, A.: Anthropologische Forschung. Rowohlt,
Hamburg 1961
- Gehlen, A.: Studien zur Anthropologie und Soziologie.
Luchterhand, Neuwied 1963
- Groffmann, K.: Die Entwicklung der Intelligenzmessung.
In: Hdb. der Psychol., Bd. 6, 148-199, Göttingen 1964
- Groot, I.de: Statistische Redundanzbildungsprozesse in
ihrer Beziehung zu Intelligenz. Diplomarbeit am
Psychol. Inst. Univ., Erlangen 1974
- Guilford, J.P.: Persönlichkeit. (deutsche Übersetzung von
"Personality" 1959). Weinheim/Bergstraße 1964
- Hake, H., Hyman, R.: Perception of the Statistical Structure
of a Random Series of Binary Symbols. J.Exp.Psychol.
45, 64-74, 1953
- Hanfmann, E., Kasamin, J.: Eine Methode zur Untersuchung
der Begriffsbildung. In: Graumann, C.F. (Hrsg.): Denken,
Köln 1965
- Harman, H.H.: Modern factor analysis. Chicago 1960
- Haygood R. & Bourne L.: Attribute - and rule learning
aspects of conceptual behavior. Psychol. Rev. 72,
175-195, 1965

- Herrmann, T.: Psychologie und Kybernetik. Psychol. Rundschau 17, 13-25, 1966
- Hick, W.: On the Rate of Gain of Information. Quart. Exp. Psychol. 4, 11-26, 1952
- Hofstätter, P.R.: Zum Begriff der Intelligenz. Psychol. Rundsch. 17, 229-248, 1966
- Hollenbach, G.: Perzeption, Motivation und Information, oder warum das Informationsmaß in der Pädagogik keine Bedeutung erlangte. Institut f. Kybernetik an der PH Berlin Hrsg.): Berlin, 1979
- Holzkamp, K.: Kritische Psychologie, Fischer: 1972
- Hörmann, H.: Psychologie und Gesellschaft. In: Die Wissenschaften und die Gesellschaft, 153-171, Berlin 1963
- Hussy, W.: Informationsverarbeitung als reduzierender und generierender Prozeß. Untersuchungen zu einem Modell der Verarbeitung von stochastisch-ergodischen Zeichenfolgen. Dissertation Trier, 1973
- Hussy, W.: R. Scheller: Ein Modell zur Erklärung menschlichen Problemlösens. Empirischer Befunde-Forschungsdefizite-heuristischer Wert. Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie, 25, 95-112, 1978
- Hyman, R.: Stimulus information as a Determinant of Reaction Time. J.Exp.Psychol., 45, 188-196, 1953

Hofstätter, P.R.: Psychologie. Fischer Lexikon.
Frankfurt 1957

Hofstätter, P.R.: Differentielle Psychologie. Kröner,
Stuttgart 1971

Jaglom, A.M., Jaglom, I.M.: Wahrscheinlichkeit und Information.
VEB D, Berlin 1967

Jäger, A.O.: Dimensionen der Intelligenz. Göttingen 1967

Jenkins, J.J. & Paterson, D.G. (Eds.): Studies in individual differences, the search for intelligence.
New York 1961

Itelson, L.: Mathematische und kybernetische Methoden in der Pädagogik. Berlin 1967

Kalveram, K.-T.: Die Veränderung der Faktorenstruktur durch "simultane Überlagerung". Archiv der gesamten Psychologie, 117, 292-305, 1965

Kalveram, K.T.: Probleme der Selektion in der Faktorenanalyse. Archiv für Psychologie, 122, 215-222, 1970

Kempf, W.F.: (Hrsg.) Probabilistische Modelle in der Sozialpsychologie. Huber, Bern-Stuttgart.Berlin 1974

Kirst, W. & Diekmeyer, U.: Intelligenztraining. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart 1970

Klix, F., Krause, B.: Zur Definition des Begriffs "Struktur", seiner Eigenschaften und Darstellungsmöglichkeiten in der Experimentalpsychologie. Z.Psychol., 176, 1969

- Klix, F.: Über einige mathematisch-kybernetische Probleme in der psychologischen Forschung. Z. Psychol., 168, 1-25, 1963
- Klix, F.: Information und Verhalten. Berlin 1971
- Kreyszig, E.: Statistische Methoden und ihre Anwendungen. Vandenhoeck & Ruprecht: Göttingen 1971
- Laming, D.: A Statistical Test of a Prediction from Information Theory in a Card-Sorting situation. J.Exp.Psychol., 14, 38-48, 1962
- Langer, D.: Informationstheorie und Psychologie. Göttingen 1962
- Lehrl, S.: Zur Gedächtnisabhängigkeit von Intelligenzleistungen. Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft 20, 1-13, 1979
- Lehrl, S.: Meßniveau, Operationalisierung und Mathematisierung in der Psychologie. Versuch einer Methodenanalyse am Beispiel des informationspsychologischen Kurzspeichermodells. Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft 17, 45-54, 1976
- Lehrl, S.: Subjektives Zeitquant und Intelligenz. Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft 15, 91-96, 1974
- Lehrl, S., H. Erzigkeit: Determiniert der Kurzspeicher das allgemeine Intelligenzniveau? Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft 17, 109-119, 1976
- Lehrl, S., Gollwitz, A., Blaha, L.: Kurztest für allgemeine Intelligenz KAI. Manual. Vless: Vaterstetten-München 1978

- Lehrl, S., B. Straub, R. Straub: Informationspsychologische Elementarbausteine der Intelligenz. Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft 16, 41-50, 1975
- Lemke, E., Klausmeier, H., Harris, Ch.: Relationship of Selected Cognitive Abilities to Concept Attainment and Information Processing. J.Educ.Psychol. 58, 27-35, 1967
- Lienert, G.A.: Testaufbau und Testanalyse. Weinheim/Bergstraße 1961
- Mandelbrot, B.: Liguistique statistique macroscopique I. In: Piaget, J.: Logique, Language et Théorie de l'Information. Paris 1957
- Meili, R.: Die faktorenanalytische Interpretation der Intelligenz, Schweiz. Z.f.Psychol., 23, 135-155, 1964
- Meyer, L.B.: Meaning in music and information theory. J. Aesthet., 15, 412-424, 1957
- Meyer-Eppler, W.: Grundlagen und Anwendungen der Informationstheorie. Berlin 1959
- Mittenecker, E.: Planung und statistische Auswertung von Experimenten. Deuticke: Wien, 1964
- Mittenecker, E. & Raab, E.: Informationstheorie für Psychologen. Hogrefe: Göttingen, 1973

- Oswald, W.: Über Zusammenhänge zwischen Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, Alter und Intelligenzstruktur beim Kartensortieren. Psychol. Rundschau, 22, 197-202, 1971
- Oswald, W.D., E. Roth: Der Zahlenverbindungs-Test (ZVT). Handanweisung. Hogrefe: Göttingen-Totonto-Zürich, 1978
- Ott, E.: Optimales Denken. Deutsche Verlags-Anstalt. Stuttgart 1971
- Pawlik, K.: Dimensionen des Verhaltens. Bern-Stuttgart, 1968
- Peters, J.: Einführung in die allgemeine Informationstheorie. Berlin 1969
- Posner, M.: Immediate Memory in Sequential Tasks. Psychol. Bull., 60, 333-350, 1963
- Posner, M.: Information Reduction in the Analysis of Sequential Tasks. Psychol. Rev., 71, 491-405, 1964
- Quastler, H. (Ed.): Information - theory in psychology. Free Press, Glencoe, Illinois 1955
- Rasch, G.: Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests. Danmarks pædagogiske Institut. Studies in Mathematical Psychology I: Kopenhagen, 1960
- Raven, J.C.: Standard Progressive Matrices. Lewis, London 1956
- Riedel, H.: Empirische Untersuchung zu einem informationspsychologischen Gedächtnismodell. Grundlagenstudien aus Kyb. und Geistesw., 8, H.1, 1-13, 1967 a

Riedel, H.: Psychostruktur. Quickborn 1967 b

Rohracher, H.: Einführung in die Psychologie. Wien 1965⁹

Roth, E.: Die Geschwindigkeit der Verarbeitung von Informationen und ihr Zusammenhang mit Intelligenz. Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie, 11, 616-623, 1964

Roth, E., E.D. Oswald, K. Daumenlang: Intelligenz. Kohlhammer, Stuttgart-Berlin-Köln-Mainz 1972

Sachs, L.S.: Angewandte Statistik. Springer: Berlin-Heidelberg-New York, 1974

Sachs, L.S.: Statistische Auswertungsmethoden. Springer: Berlin-Heidelberg-New York 1969

Sanders, A.: Psychologie der Informationsverarbeitung. Bern-Stuttgart-Wien 1971

Shannon, C. & Weaver, W.: The Mathematical Theory of Communication. Univ. of Illinois Press, Urbana 1949

Spearman, C.: The Abilities of Man. London 1927

Steinbuch, K.: Automat Mensch. Heidelberg 1965

Steinbuch 1966: Bedingte Reflexe und Lernmatrizen. Z. Psychol., 171, 129-157, 1965

Steinbuch, K.: Läßt sich das Problem der Intelligenz kybernetisch bewältigen? In: Frank, H. (Hrsg.): Kybernetik, Brücke zwischen den Wissenschaften. Frankfurt, 193-195, 1970⁷

- Timpe, K.P.: Zum gegenwärtigen Stand einiger Anwendungsmöglichkeiten der Informationstheorie in der Psychologie. Probleme und Ergebnisse der Psychologie, 33, 21-43, 1970
- Trincker, D.: Informationsspeicherung bei Lebewesen. In: Frank (Hrsg.): Kybernetik, Brücke zwischen den Wissenschaften, 63-80, Frankfurt 1970
- Thurstone, L.L.: Primary Mental Abilities. Chicago. Psychometr. Monogr., 1938 I.
- Toman, W.: Motivation, Persönlichkeit, Umwelt. Hogrefe: Göttingen, 1968
- Toman, W.: Tiefenpsychologie: Zur Motivation des Menschen, ihrer Entwicklung, ihren Störungen und ihren Beeinflussungsmöglichkeiten. Kohlhammer: Stuttgart-Berlin-Köln-Mainz 1978
- Überla, K.: Faktorenanalyse, Berlin 1968
- Vernon, P.E.: The Structure of Human Abilities. London 1961
- Vukovich, A.: Faktorielle Typenbestimmung. Psychol. Beitr., 10, 112-121, 1967
- Weber, E.: Einführung in die Faktorenanalyse. Fischer, Stuttgart 1974
- Wechsler, D.: Die Messung der Intelligenz Erwachsener. Huber: Bern-Stuttgart 1956

Wechsler, D.: Handbuch für den Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder. (Hrsg.) F.P. Hardesty. H.H. Priester. Huber: Bern-Stuttgart 1956

Weltner, K.: Über die empirische Bestimmung subjektiver Informationswerte. Grundle. Kybernetik und Geistesw. 7, 1966

Weltner, K.: Informationstheorie und Erziehungswissenschaft. Quickborn 1970

Werbik, H.: Informationsgehalt und emotionale Wirkung von Musik. Mainz 1971

Wiener, N.: Cybernetics. New York 1948

Ich versichere, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig
verfertigt habe und außer den genannten keine weiteren
Hilfsmittel verwendet habe.

Juni 1980

Johann F. Reiser

Lebenslauf

Am 02. Dezember 1945 wurde ich als Sohn meiner Eltern, Hans und Hilde Reiser, geb. Heinemeyer, in Ambach/Starnberger See geboren.

Von 1951 bis 1964 besuchte ich in Weiden/Opf. zunächst die Volksschule und dann das Humanistische Gymnasium bis zum Abschluß mit der Reifeprüfung.

Im Anschluß leistete ich von 1964 bis 1966 meinen Wehrdienst ab.

Von 1966 bis 1971 studierte ich an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg Psychologie und schloß mein Studium im Oktober 1971 mit dem Diplom ab.

In den Jahren 1972 bis 1977 war ich als Diplom-Psychologe in einem Heim für verhaltensauffällige Kinder und Jugendliche tätig.

Seit 1977 bin ich als Leiter einer Stelle für Beratung und Behandlung von Kindern, Jugendlichen und Eltern in Nürnberg beschäftigt.

Fürth, Juni 1980

